ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

ESPACIO PÚBLICO CUBIERTO

Asier Asin Sanz

María Jesús Vilas Carballo

Pamplona, 13 de Febrero de 2015

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

ESPACIO PÚBLICO CUBIERTO

DOCUMENTO 1: MEMORIA

Alumno: Asier Asin Sanz

Tutor: María Jesús Vilas Carballo

Pamplona, 13 de Febrero de 2015

ÍNDICE

1.- MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1.- AUTOR DEL PROYECTO

El autor de este proyecto es Asier Asin Sanz.

1.2.- OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto es el diseño, cálculo y valoración de un espacio público cubierto para distintas actividades urbanas de ocio entre las que se incluye el juego de pelota, el cual será llevado a cabo en el pueblo de Vidángoz, en una parcela destinada para tales usos.

Este zona se va a utilizar tanto para actividades deportivas como la pelota mano, pala, frontenis, etc. como para comidas y cenas populares, asambleas o reuniones de todo tipo, así como para realizar actividades varias en las fiestas de la localidad.

Cabe destacar que las características y medidas del frontón no lo hacen apto para las altas competiciones de pelota, si no que será suficiente para que jóvenes, mayores y niños puedan jugar sin importar si llueve, nieva o este soleado.

1.3.- ANTECEDENTES

El pueblo ya dispone de un “frontón” con un frontis de 8’8x8’8 metros, una cancha irregular de 28 metros de longitud y una pared izquierda que está situada curiosamente a la derecha.

1.4.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

El proyecto se sitúa en Vidángoz, un pequeño pueblo del Valle del Roncal, en Navarra. En el mapa de municipios de Navarra (Imagen 1) se puede observar en color rojo la localización de Vidángoz.

La parcela se encuentra en la zona céntrica de la localidad, al lado de la plaza de este. Linda al norte con el Ayuntamiento, al sur con un parque infantil y al oeste con la calle mayor y la plaza principal (Imagen 2).

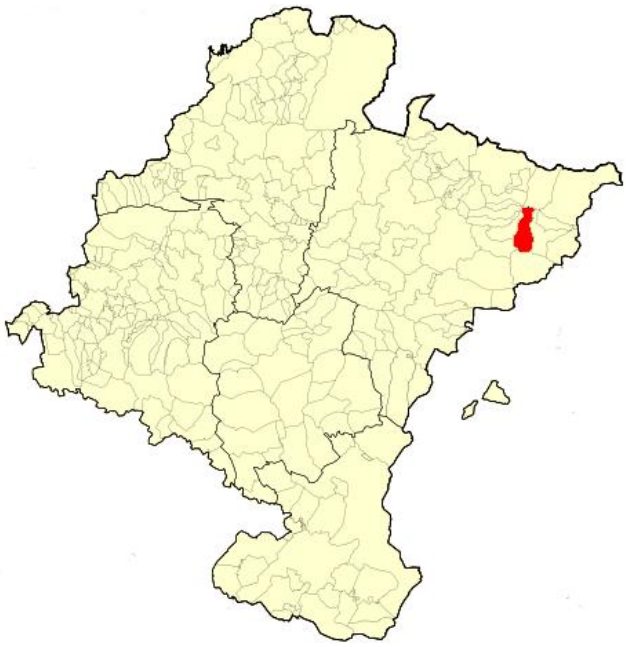


Imagen 1: Mapa de municipios de Navarra. En rojo Vidángoz.

Imagen 2: Emplazamiento de la parcela y otros edificios singulares.

1.5.- DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA.

La parcela se conforma por agregación de otras más pequeñas que están a distinta altitud entre ellas debido a que la zona está en pendiente. Los datos que se listan a continuación son la suma de todas las parcelas que componen el terreno del proyecto.

Superficie total: 523’55 m^2

Superficie edificable: 508’05 m^2

Superficie edificada: 420’67 m^2

1.6.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Las distintas paredes del frontón se realizaran con hormigón armado. La estructura de la cubierta será de madera para mimetizarse con el entorno y las columnas que sujeten la estructura serán metálicas.

Las características constructivas más importantes de la obra del muro de hormigón son las siguientes:

- Cimentación de zapatas corridas de hormigón armado, ejecutado in situ, para levantar posteriormente la armadura y el muro.
- La pared izquierda y el frontis tendrán un espesor de 55 cm y 12 m de altura y una longitud de 31’05 m y 14 m respectivamente.
- La pared de rebote tendrá un espesor de 50cm, una altura de 5 m y 10 m de longitud.
- Debido a la falta de espacio las medidas no son las reglamentarias de un frontón, eso sí, se acercan los más posible.
- Todas las paredes estarán pulidas según la normativa con revestimientos especiales de paredes y pintura según normativa de construcción de frontones.
- Pavimento del frontón a base de solera de hormigón pulida, sobre base de grava y la correspondiente impermeabilización.

La cubierta será a un agua con una pendiente del 14% y estará apoyada por una parte en la pared izquierda y por otra parte en unos pilares situados a la derecha de la contracancha.

Se ha decidido emplear en todas las partes de la estructura madera laminada, excepto los pilares, ya a que este material mimetiza muy bien con un ambiente rural y presenta numerosas ventajas:

- Producto ecológico: la materia prima empleada en la fabricación de la madera laminada proviene de bosques renovables, el coste energético en su elaboración es muy bajo en comparación con otros materiales (la elaboración de perfiles metálicos por ejemplo conlleva un gasto mucho mayor de energía sólo en el proceso de fundición), siendo reciclable el material empleado y los residuos generados.

- Versatilidad de diseño: las características de este material y su forma de fabricarlo permite cubrir grandes luces y resolver geometrías complejas, incluso curvas a un precio asequible.

- Resistencia en ambientes extremos: la madera laminada es resistente en ambientes agresivos y corrosivos, por lo que es adecuada para aplicaciones en las que otros materiales ven limitado su uso (piscinas cubiertas, plantas químicas, zonas costeras con alta humedad, etc.).

- Alta fiabilidad: la madera laminada es un producto normalizado y certificado en su diseño, producción y montaje, lo cual garantiza su fiabilidad y durabilidad.

- Garantía contra el fuego: es el material que mejor garantiza la estabilidad contra el fuego exigida por la normativa vigente sin necesidad de tratamientos adicionales.

- Ligereza estructural: la estructura de madera laminada resulta 10 veces más ligera que la de hormigón y 3 veces que la de acero a iguales exigencias estructurales.

- Reducido tiempo de montaje: por su alto grado de prefabricación, el montaje de estructuras de madera laminada se realiza en espacios de tiempo cortos. Además se trata de un material de “construcción seca”, que no genera residuos ni requiere grandes infraestructuras en obra.

- Alto nivel estético: la madera laminada aporta calidez y estética por sí misma, sin necesidad de recubrimientos. Por ello es un material muy valorado en la creación de ambientes.

- Experiencia europea: la madera laminada es un material de uso extendido en países como Austria, Alemania, Francia, Italia, etc. Existen numerosos ejemplos de

estructuras de madera laminada con grandes luces en construcción de más de 50 años.

Los pilares que sujetan la estructura de la cubierta tendrán un perfil tubular para evitar posibles heridas grabes en caso de choque y serán de material metálico porque:

- Tiene mayor resistencia ocupando un espacio más reducido.
- Permite detectar deformaciones antes de producirse el fallo definitivo.
- Conserva indefinidamente sus propiedades.
- La termita no ataca al metal que estará en contacto con el suelo.

La estructura de la cubierta estará formada por siete pórticos, seis de ellos formados por los pilares metálicos y las vigas triangulares de madera laminada. El primer pórtico será el propio muro de hormigón y el resto lo seguirán manteniendo una separación de 5.07 metros. Las vigas de los primeros cuatro pórticos (sin contar con el muro de hormigón) medirán 14 metros y las dos últimas 11,93 metros. Debido a este cambio de longitud en las vigas, la cubierta no será rectangular y los pilares tendrán longitudes desiguales.

Se dotara de canaleta para la recogida de las aguas pluviales (como el resto de edificios de pueblo).

1.7.- MEMORIA DE MATERIALES Y FICHA DEL FRONTÓN

Es de gran importancia las características de los muros ya que con la práctica de las modalidades de mano, que se juegan con una pelota dura y de peso elevado, las pelotas impactan con gran violencia, tanto por la dureza y peso de la pelota como por la velocidad que se imprime en las citadas modalidades a la misma.

1.7.1.- MURO FRONTAL (FRONTIS)

1.7.1.1.- Objetivos

El Frontis o pared de juego frontal, donde debe rebotar la pelota en cada tanto, debe estar construido de tal forma que su comportamiento mecánico al impacto de la pelota sea excelente, de modo que, al lanzar la pelota contra dicho paramento, el rebote, velocidad y trayectoria de salida de la pelota sean francos y rápidos, así como uniformes y proporcionados a las dimensiones de la instalación y coordinados con el comportamiento del resto de paramentos del mismo. Para alcanzar el objetivo descrito

será necesario dotar al Frontis de una superficie con alta resistencia al impacto y que presente una planeidad total.

Es necesario que el color del Frontis contraste perfectamente con la pelota de juego, permitiendo así su perfecta visión, tanto por el jugador, como por el público. La correcta elección del color del Frontis es muy importante por las características propias y el comportamiento ante la luz de los diversos colores (los colores oscuros y mates absorben la luz, por lo que se hace necesario el refuerzo de la misma mediante la instalación de luz artificial, mientras que los colores claros reflejan mejor la luz y, por consiguiente, implican un menor gasto en iluminación artificial). Del mismo modo, y de cara al mantenimiento posterior de la instalación, aclarar que los colores claros revelan más la suciedad que los oscuros.

1.7.1.2.- Descripción

El Frontis está constituido por una serie de elementos (pared de juego, pared perimetral, chapa inferior, bajo chapa inferior, y resto de chapas), cuyas características y dimensiones son las que siguen:

- Pared de juego: Se denomina pared de juego a la zona del Frontis en la que puede impactar la pelota durante el juego. Sus dimensiones son:
    - Altura: 9.4 m. (Medida desde la chapa superior a la chapa inferior).
    - Anchura: 10 m
- Pared perimetral: Se denomina pared perimetral a la parte de pared del Frontis que rodea a la pared de juego por su derecha y en la zona superior y en la que el impacto de la pelota no es válida, (pelota “mala”). Sus dimensiones son:
    - Altura: 2 m.
    - Anchura: 2 m.
- Chapa inferior: La chapa inferior limita la parte inferior de la pared de juego, constituyendo un elemento primordial en el juego. La pelota que impacta con la chapa o con la zona bajo chapa no es válida. La chapa se coloca en horizontal, con su borde superior a una altura de 60 cm del suelo de la cancha, y recorrerá en su totalidad la anchura de la pared de juego. La chapa inferior tiene una anchura de 15 cm.
- Bajo chapa inferior: La zona del Frontis situada bajo la pared de juego y la chapa inferior se denomina “Bajo chapa inferior”. En dicha zona, el impacto de la pelota no es válido, (pelota “mala”). Sus dimensiones son:

- Altura: 0,45 m.
- Anchura: 10 m.

Resto de Chapas: La pared de juego del Frontis se encuentra delimitada, en su parte derecha y en su límite superior, por dos chapas de señalización de falta, de una anchura de 10 cm. La chapa superior estará colocada de forma que su borde inferior esté situado a 10 metros de altura del suelo de la Cancha. La chapa lateral derecha estará colocada de forma que su borde izquierdo se encuentre a 10 metros de la pared izquierda.

1.7.1.3.- Materiales

Se especifica el conjunto de materiales admisible para la ejecución de las diferentes zonas de que se compone el frontis.

– Pared de juego: El Frontis se constituye principalmente de dos elementos: el soporte y el revestimiento de acabado. Hay múltiples formas de realizarlo que dependerán sustancialmente de las características particulares de cada proyecto y del proyectista.

Únicamente exponemos la solución adoptada. Para el soporte pared de hormigón, efectuado mediante hormigonado in-situ y para el revestimiento del Frontis Hormigón visto con la terminación en pintura (se aconseja siempre un repaso de la superficie del hormigón mediante pulimentado previo al pintado). Se debe garantizar una textura de la pared lisa, homogénea y muy resistente al impacto.

Pared de hormigón visto:

En Frontis con un muro de hormigón visto, deberá ejecutarse un muro en hormigón armado visto de 55 cm. de espesor mínimo, formado por:

- Hormigón armado HA-25/B/20/IIa, resistencia mínima 25 N/mm^2 a los 28 días, consistencia blanda, tamaño máximo del árido de 20 mm, para un ambiente normal (IIa, humedad alta); elaborado en central (contenido mínimo de cemento 300 kg/m3, máxima relación agua/cemento de 0.60).
- Armadura en acero corrugado B-500 S para barras (Límite elástico 500 N/mm^2 cuantía de acero y disposición según planos y cálculo de proyecto).

El muro recibirá un encofrado a dos caras para quedar visto por una cara, de forma que resulte un acabado liso, sin resaltes ni irregularidades. Es importantísimo garantizar la planeidad del muro. Se debe comprobar su estado y casi siempre es

preciso realizar un pulido de la totalidad de la superficie. De esta forma se eliminan errores y se iguala la textura de toda la superficie, previamente a los trabajos de pintura. El Frontis se rematará con tres manos, como mínimo, de pintura antihumedad y antideslizante a base de resinas sintéticas, tipo Ultrafix.

Chapa inferior:

Pletina de acero de 150 mm de ancho y 8 mm de grosor atornillada al Frontis mediante tornillos de cabeza plana, con un cierto grado de movilidad, de forma que se produzca un fuerte sonido al impacto de la pelota.

Resto de Chapas:

Pletina de acero de 100 mm de ancho y 8 mm de grosor atornillada al Frontis mediante tornillos de cabeza plana, con un cierto grado de movilidad, de forma que se produzca un fuerte sonido al impacto de la pelota.

1.7.1.4.- Acabados. Pintura. Líneas y marcas.

A continuación se enumeran los colores, líneas y marcas aplicables al Frontis.

- Pared de juego: Verde oscuro RAL 6005. (C. cromáticas: L=41, a=-16, b=-2).
- Pared perimetral: No se pintará.
- Chapa inferior: Amarillo RAL 1018. (C. cromáticas: L=60, A=-5, B=-25).
- Bajo chapa: Azul RAL 5015. (C. cromáticas: L=45, a=-5, b=-16).
- Resto de Chapas: Amarillo RAL 1018. (C. cromáticas: L=60, A=-5, B=-25).

El brillo en todos los casos deberá estar comprendido entre el 20% y el 25%, medido con un ángulo de 60º. La dureza de la pintura deberá ser superior a 3H ó 250 PERSOZ. La adherencia deberá ser superior a la normativa GT0 ó 20 kg/cm.

1.7.2.- MURO POSTERIOR (REBOTE)

1.7.2.1.- Objetivos

El Rebote se ubica en la parte trasera del frontón de forma paralela al Frontis delimitando inequívocamente la zona o Cancha de juego. En este paramento rebotarán las pelotas que alcancen a recorrer toda la longitud de la Cancha. El comportamiento mecánico del Rebote debe ser, por tanto, excelente, con acabado superficial uniforme y liso, sin rugosidades, permitiendo perfectamente el resbalamiento de la pelota, mano o herramienta, sin deterioro alguno de la pelota, presentando además una firme respuesta al impacto de la pelota.

Es necesario que el color de paramento contraste perfectamente con la pelota de juego, permitiendo así su perfecta visión tanto por el jugador como por el público.

1.7.2.2.- Descripción

– Pared de juego: Se denomina pared de juego a la zona del Rebote en la que puede impactar la pelota durante el juego. Sus dimensiones son:

- Altura: 5 m.
- Anchura: 10 m.

1.7.2.3.- Materiales

El Rebote se constituye principalmente de dos elementos: el soporte y el revestimiento de acabado. Hay múltiples formas de realizarlo que dependerán sustancialmente de las características particulares de cada proyecto y del proyectista.

Únicamente exponemos la solución adoptada. Para el soporte pared de hormigón, efectuado mediante hormigonado in-situ y para el revestimiento del Frontis Hormigón visto con la terminación en pintura (se aconseja siempre un repaso de la superficie del hormigón mediante pulimentado previo al pintado). Se debe garantizar una textura de la pared lisa, homogénea y muy resistente al impacto.

Pared de hormigón visto:

En Frontis con un muro de hormigón visto, deberá ejecutarse un muro en hormigón armado visto de 50 cm. de espesor mínimo, formado por:

- Hormigón armado HA-25/B/20/IIa, resistencia mínima 25 N/mm^2 a los 28 días, consistencia blanda, tamaño máximo del árido de 20 mm, para un ambiente normal (IIa, humedad alta); elaborado en central (contenido mínimo de cemento 300 kg/m3, máxima relación agua/cemento de 0.60).
- Armadura en acero corrugado B-500 S (Límite elástico 500 N/mm^2 cuantía de acero y disposición según planos y cálculo de proyecto).

El muro recibirá un encofrado a dos caras para quedar visto por una cara, de forma que resulte un acabado liso, sin resaltes ni irregularidades. Es importantísimo garantizar la planeidad del muro. Se debe comprobar su estado y casi siempre es preciso realizar un pulido de la totalidad de la superficie. De esta forma se eliminan errores y se iguala la textura de toda la superficie, previamente a los trabajos de pintura.

El Rebote se rematará con tres manos, como mínimo, de pintura antihumedad y antideslizante a base de resinas sintéticas, tipo Ultrafix.

1.7.2.4.- Acabados y pintura.

- Pared de juego: Verde oscuro RAL6005. (C. cromáticas: L=41, a=-16, b=-2).

El brillo en todos los casos deberá estar comprendido entre el 20% y el 25%, medido con un ángulo de 60º. La dureza de la pintura deberá ser superior a 3H ó 250 PERSOZ. La adherencia deberá ser superior a la normativa GT0 ó 20 kg/cm.

1.7.3.- MURO IZQUIERDO (PARED IZQUIERDA)

1.7.3.1.- Objetivos

La Pared izquierda es el paramento vertical donde la pelota de juego debe impactar directamente en determinadas jugadas, o resbalar en el caso de que antes haya impactado en el Frontis. El comportamiento mecánico debe ser por tanto excelente, con acabado superficial uniforme y liso, sin rugosidades, permitiendo perfectamente el resbalamiento de la pelota, mano o herramienta, sin deterioro alguno de la pelota, presentando además una firme respuesta al impacto de la pelota.

Es necesario que el color del paramento contraste perfectamente con la pelota de juego, permitiendo así su perfecta visión tanto por el jugador como por el público.

1.7.3.2.- Descripción

En la Pared izquierda se rotularán las diferentes líneas de juego o Cuadros con un diseño perfectamente reconocible y color que contraste con el de las paredes.

La Pared izquierda queda constituida por una serie de elementos (pared de juego, pared perimetral, chapa superior y cuadros y líneas de señalización), cuyas características y dimensiones son las que siguen:

- Pared de juego: Se denomina pared de juego a la zona de la Pared izquierda en la que puede impactar la pelota durante el juego. Sus dimensiones son:
    - Altura: 10 m. (Medida desde la chapa superior a la chapa inferior).
    - Longitud: 30 m
- Pared perimetral: Se denomina pared perimetral a la parte de pared de la Pared izquierda que está en la zona superior y en la que el impacto de la pelota no es válida, (pelota “mala”). Sus dimensiones son:
    - Altura: 2 m.

- Longitud: 30 m.

– Chapa superior: La pared de juego de la Pared izquierda se encuentra delimitada, en su parte superior, por una chapa de señalización de falta, de una anchura de 10 cm. La chapa superior estará colocada de forma que su borde inferior esté situado a 10 metros de altura del suelo de la Cancha.

– Cuadros o líneas de señalización: En la Pared izquierda se pintarán unas líneas de señalización (cuadros), numerados correlativamente desde el Frontis hacia la pared de Rebote, con una separación entre sí de 3,50 metros. La forma de los cuadros, así como la rotulación prevista, se presentan en las fichas técnicas y planos que acompañan a la presente memoria. La anchura de las líneas de señalización será de 30 cm. La altura de los cuadros de Falta y Pasa será de 180 cm, mientras que el resto de cuadros tendrá una altura de 85 cm.

1.7.3.3.- Materiales

Se especifica el conjunto de materiales admisible para la ejecución de las diferentes zonas de que se compone el lateral.

– Pared de juego: El Frontis se constituye principalmente de dos elementos: el soporte y el revestimiento de acabado. Hay múltiples formas de realizarlo que dependerán sustancialmente de las características particulares de cada proyecto y del proyectista.

Únicamente exponemos la solución adoptada. Para el soporte pared de hormigón, efectuado mediante hormigonado in-situ y para el revestimiento del Frontis Hormigón visto con la terminación en pintura (se aconseja siempre un repaso de la superficie del hormigón mediante pulimentado previo al pintado). Se debe garantizar una textura de la pared lisa, homogénea y muy resistente al impacto.

Pared de hormigón visto:

La Pared izquierda con un muro de hormigón visto, deberá ejecutarse un muro en hormigón armado visto de 55 cm. de espesor mínimo, formado por:

- Hormigón armado HA-25/B/20/IIa, resistencia mínima 25 N/mm^2 a los 28 días, consistencia blanda, tamaño máximo del árido de 20 mm, para un ambiente normal (IIa, humedad alta); elaborado en central (contenido mínimo de cemento 300 kg/m3, máxima relación agua/cemento de 0.60).

- Armadura en acero corrugado B-500 S (Límite elástico 500 N/mm^2 cuantía de acero y disposición según planos y cálculo de proyecto).

El muro recibirá un encofrado a dos caras para quedar visto por una cara, de forma que resulte un acabado liso, sin resaltes ni irregularidades. Es importantísimo garantizar la planeidad del muro. Se debe comprobar su estado y casi siempre es preciso realizar un pulido de la totalidad de la superficie. De esta forma se eliminan errores y se iguala la textura de toda la superficie, previamente a los trabajos de pintura. El Frontis se rematará con tres manos, como mínimo, de pintura antihumedad y antideslizante a base de resinas sintéticas, tipo Ultrafix.

– Pared perimetral: La pared perimetral se ejecutará con el mismo material utilizado en la pared de juego.

– Chapa superior: Pletina de acero de 100 mm de ancho y 8 mm de grosor atornillada al Rebote mediante tornillos de cabeza plana, con un cierto grado de movilidad, de forma que se produzca un fuerte sonido al impacto de la pelota.

1.7.3.4.- Acabados. Pintura. Líneas y marcas.

– Pared de juego: Verde oscuro RAL 6005. (C. cromáticas: L=41, a=-16, b=- 2).

– Pared perimetral: No se pintará.

– Chapas superior: Amarillo RAL 1018. (C. cromáticas: L=60, A=-5, B=-25).

– Cuadros o líneas de señalización: Color: Amarillo. (RAL 1018). (C. cromáticas: L=60, A=-5, B=-25).

El brillo en todos los casos deberá estar comprendido entre el 20% y el 25%, medido con un ángulo de 60°. La dureza de la pintura deberá ser superior a 3H ó 250 PERSOZ. La adherencia deberá ser superior a la normativa GT0 ó 20 kg/cm.

1.7.4.- SUELO

1.7.4.1.- Objetivos

El suelo de un frontón se compone de dos zonas: Cancha y Contracancha.

El suelo de la Cancha o zona donde la pelota debe botar debe ser homogéneo y liso, permitiendo así el bote regular de la pelota en toda su superficie. Su respuesta mecánica debe ser firme, de tal forma que la pelota al impactar en ella no pierda velocidad, y su bote, cuando la pelota viene con velocidad, sea franco, bajo y rápido.

El grado de adherencia del pavimento debe garantizar la estabilidad permanente del jugador, ya que un pavimento excesivamente pulido puede implicar constantes resbalones.

El color del pavimento debe contrastar perfectamente con el de la pelota de juego, permitiendo así su perfecta visión, tanto por el jugador, como por el público.

La Contracancha es la zona adyacente a la cancha, en la que la pelota no debe botar. No obstante, en ella se desarrolla parte del juego, ya que el jugador debe desplazarse a menudo fuera de los límites de la Cancha (a la Contracancha), para golpear la pelota.

La Contracancha puede ejecutarse con el mismo material y color que la cancha, o plantear variaciones, siempre que tales variaciones no obstaculicen el correcto desarrollo del juego ni la óptima visión del mismo por los espectadores.

Como ha quedado anteriormente explicado, el Suelo del frontón contiene la Cancha y la Contracancha, así como la chapa de separación entre Cancha y Contracancha, y las líneas de señalización.

1.7.4.2.- Descripción

- La Cancha: La Cancha de juego, que es la zona en la que puede botar la pelota durante el juego, está delimitada por el Frontis, el Rebote, la Pared izquierda y la Contracancha. Sus dimensiones son:
  - Longitud: 30 m.
  - Anchura: 10 m.
- La Contracancha: La Contracancha, que delimita por la derecha la Cancha de juego, es una zona en la que no puede botar la pelota durante el juego, pero que puede ser utilizada por los pelotaris para sus desplazamientos y el golpeo de la pelota. Sus dimensiones son:
  - Longitud: 30 m.
  - Anchura: 2 m.
- Chapa o línea cancha-contracancha: La chapa o línea cancha-contracancha es la línea de señalización que marca la separación entre la cancha (zona de bote válido) y la Contracancha (Zona de bote no válido). El bote en la chapa no es válido. La chapa o línea de separación entre cancha y contracancha será de 10 cm. de anchura, se colocará paralela a la Pared izquierda, y a 10 metros de separación de ésta.

- Líneas de señalización: En el suelo de la Cancha, y coincidiendo con los cuadros marcados en la Pared izquierda, se realizarán las marcaciones de las líneas de señalización, según se indica en los planos, con una anchura de 8 cm., salvo las líneas de Saque, Falta y Pasa, cuya anchura será de 10 cm.

1.7.4.3.- Materiales

El suelo del frontón, tanto en la Cancha como en la Contracancha, se basa en una solera de soporte, que conforma la base del suelo, y un material de pavimento de resinas tipo epoxi, cuyo acabado puede variar según se quiera generar una superficie más o menos antideslizante.

- La Cancha: La base del pavimento de la Cancha será una solera de hormigón pavimentable de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, de resistencia mínima 25 N/mm^2, tamaño máximo del árido 20 mm, y consistencia blanda, armada con mallazo y lámina de polietileno bajo solera.

La solera deberá recibir las correspondientes juntas de dilatación en perímetro y de retracción en la superficie.

Se ejecutará una terminación talochada y fratasada mecánicamente para posteriormente ejecutar el revestimiento. A continuación, se efectuará la pavimentación de la Cancha, pavimento de revestimiento de resinas, que conferirá a la solera un acabado liso, homogéneo y resistente al impacto, a la vez que dotará al suelo del agarre necesario para evitar resbalones.

El pavimento de resinas se basa en la puesta en obra de un sistema de 2 componentes epoxi, de espesor variable según el estado de la superficie, compuesto por:

- Una base soporte, con una resistencia a compresión mínima de 25 N/mm2 y 1,5 N/mm2 de resistencia a tracción.
- Una capa de Imprimación y capa base mediante epoxi de 2 componentes.
- Una Capa de acabado mediante ligante epoxi de 2 componentes.

Para aportar un mayor o menor grado de resbaladicidad se puede combinar con arena de espolvorear para mejorar la adherencia de la capa de acabado fino.

- La Contracancha: El material previsto para el suelo de la Contracancha será el mismo que en la Cancha; es decir, una solera de hormigón, terminada con un revestimiento pintado con resina epoxídica, que conferirá a la solera un acabado liso, homogéneo y resistente al impacto, a la vez que dotará al suelo del agarre necesario para evitar resbalones de los jugadores.

1.7.4.4.- Acabados. Pintura. Líneas y marcas.

- La Cancha quedará terminada en color Gris oscuro RAL 7043 (Gris trafic B).
- La chapa o línea Cancha-Contracancha se ejecutará en color Amarillo RAL 1018. (Coordenadas cromáticas: L=60, A=-5, B=-25).
- Las líneas de señalización se efectuarán en color Amarillo RAL 1018. (Coordenadas cromáticas: L=60, A=-5, B=-25).

El brillo en todos los casos deberá estar comprendido entre el 20% y el 25%, medido con un ángulo de 60º. La dureza de la pintura deberá ser superior a 3H ó 250 PERSOZ. La adherencia deberá ser superior a la normativa GT0 ó 20 kg/cm.

1.7.5.- PROTECCIONES

Para evitar posibles golpes de los usuarios contra los piares del frontón, se revestirán con colchoneta hasta una altura de 2 m.

1.7.6.- ILUMINACIÓN

- Iluminación natural: La iluminación natural del frontón es perpendicular a la longitud del frontón, de tal forma que la luz natural entre homogéneamente en toda la longitud de la zona de juego por ambos lados. Por la izquierda, mirando al frontis, se ha colocado un lucernario encima del muro en toda su longitud y por la derecha está abierto al exterior.

- Iluminación artificial: La iluminación artificial (si se quiere intalar) de la zona de juego se realiza mediante proyectores colgados de la estructura de la cubierta. Se garantiza un nivel de iluminación mínimo de 1.000 lux en cualquier zona de la cancha de juego, medidos en el plano vertical y no en el horizontal, con una gran homogeneidad de intensidad de luz en el área de juego. La temperatura de color de la luz deberá estar comprendida entre 5.000º y 6.500º Kelvin. De este modo se pretende uniformizar la calidad de la luz artificial con la de la iluminación natural existente en el frontón, de formas que no se produzcan cambios apreciables de calidad de luz mientras anochece. La cortina de luz generada por los focos es uniforme, evitando efectos de “luce y sombras” o “franjas”, que pueden provocar molestias a los jugadores y pérdida ocasional de la visión de la pelota. Del mismo modo, se evitan las sombras proyectadas en cancha, contracancha y paredes, ocasionadas por postes, redes, soportes, etc. Se impide también la existencia de puntos de deslumbramiento, bien directo o indirecto, para jugadores y público.

La colocación más adecuada para los focos o las parrillas de iluminación será la línea longitudinal paralela a la pared izquierda del frontón, a la mayor altura posible. De esta forma, los jugadores recibirán la luz desde la zona lateral alta, y no en la zona superior ni de frente, por lo que no se producirán deslumbramientos en el seguimiento visual de la pelota. El sistema de anclaje de los proyectores permite modificar tanto su número como su orientación en función de las necesidades.

2.- MEMORIA CONSTRUCTIVA

2.1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS

Para la construcción del frontón se realizará una limpieza de la tierra vegetal de toda la superficie por medios mecánicos. Esta limpieza incluye por un lado la eliminación de todo tipo de arbolado y por otro la retirada de toda la vegetación existente.

También se procederá a picar toda la roca necesaria para nivelar la zona al nivel de la calle y que quede lo más llano posible.

2.2.- CIMENTACIÓN

La cimentación se realiza mediante zapatas corridas de hormigón armado en zanja perimetral para los tres muros de hormigón armado y zapatas aisladas para la colocación de pilares.

Una vez realizada la excavación, se verterá un encachado de HA-25 de 15 cm de espesor sobre el cual apoyaremos una solera de hormigón pavimentable HA-25/B/20/lla armada con mallazo en la zona de juego.

Se colocan los pernos unidos a la placa de anclaje en su sitio.

El hormigón utilizado para la cimentación será de HA-25/B/20lla armado con acero corrugado B-500 S, siendo sus características más importantes las mencionadas a continuación.

- Hormigón armado:
- Resistencia característica: 25 N/mm^2
- Consistencia: Blanda
- Tamaño máximo del árido: 20 mm
- Clase general de exposición: IIa
- Árido: Machacado
- Compactación: Vibrado

Este hormigón está hecho a base de cemento común, que se encuentra normalizado según la UNE 80301:96.

También se utilizará hormigón en masa tipo HM-20 N/mm2, con consistencia blanda y tamaño máximo del árido de 40 mm. Elaborado en central, para pozos y

franjas de cimentación fabricado para limpieza y nivelado. Se verterá por medios manuales con un espesor de unos 15 cm. Este hormigón se utiliza con el objeto de que al colocar el armado éste no esté en contacto directo con el terreno.

2.3.- SANEAMIENTO

La evacuación de las aguas pluviales de la cubierta se realizará mediante canalones de sección cuadrangular de acero galvanizado. La sección del canalón será la suficiente para desaguar en un tiempo breve la máxima cantidad de agua posible. Se ha calculado teniendo en cuenta que esta depende de la superficie de faldón que desagua, de modo que, debe tener como mínimo 1cm de sección por metro cuadrado de proyección horizontal de cubierta que vierta. El agua de los canalones se recogerá en tres bajantes, también de acero galvanizado, que descargaran directamente a la calle. La embocadura de los canalones a las bajantes se protege con una pequeña red metálica de cuadrícula muy abierta para evitar que las bajantes se puedan obstruir.

Para la posible agua que se filtre por la tierra se pintaran los muros con pintura hidrófuga y se colocaran unos tubos de drenaje perimetrales para conducir la máxima cantidad de agua posible en un tiempo mínimo. Estos tubos de drenaje verterán el agua de lluvia directamente a la calle.

2.4.- MATERIALES

El hormigón utilizado para la construcción de los tres muros de hormigón será, al igual que el de la cimentación, de HA-25/B/20lla armado con acero corrugado B-500 S, siendo sus características más importantes las mencionadas a continuación.

Hormigón armado HA-25:

- Resistencia característica: 25 N/mm^2
- Consistencia: Blanda
- Tamaño máximo del árido: 20 mm
- Clase general de exposición: IIa
- Árido: Machacado
- Compactación: Vibrado

Todos los perfiles metálicos que forman la estructura y demás elementos auxiliares serán de acero S275JR. Sus características se describen a continuación:

Acero S 275 JR:

- Límite Elástico: σ_e = 275 N/mm^2 (2800 Kg/cm^2)
- Módulo de Elasticidad: E = 2,1·10^6 Kg/cm^2
- Módulo de Rigidez: G = 8.1·10^5 Kg/cm^2
- Coeficiente de Poisson: v = 0,3
- Coeficiente de Dilatación Térmica: 1,2·10^{-5}
- Peso Específico: = 7850 Kg/m^3
- Tensión de Rotura: σ_r = 4400 Kg/cm^2

Todos los perfiles de madera que forman la estructura y demás elementos auxiliares serán de madera laminada GL24h. Sus características se describen a continuación:

Madera laminada GL24h:

- Resistencia a flexión: $f_{m,g,k}$ = 24 N/mm^2
- R. a tracción paralela a la fibra: $f_{t,0,g,k}$ = 16'5 N/mm^2
- R. a tracción perpendicular a la fibra: $f_{t,90,g,k}$ = 0'4 N/mm^2
- R. a compresión paralela a la fibra: $f_{c,0,g,k}$ = 24 N/mm^2
- R. a compresión perpendicular a la fibra: $f_{c,90,g,k}$ = 2'7 N/mm^2
- R. a cortante: $f_{v,g,k}$ = 2,7 N/mm^2
- Módulo de elasticidad:
  - Medio paralelo a la fibra: $E_{0,g,medio}$ = 11600 N/mm^2
  - Característico: $E_{0,g,k}$ = 9400 N/mm^2
  - Medio perpendicular a la fibra: $E_{90,g,medio}$ = 390 N/mm^2
- Módulo de cortante: $G_{g,medio}$ = 720 N/mm^2
- Densidad: $\rho_{g,k}$ = 380 kg/m^3

2.5.- ESTRUCTURA

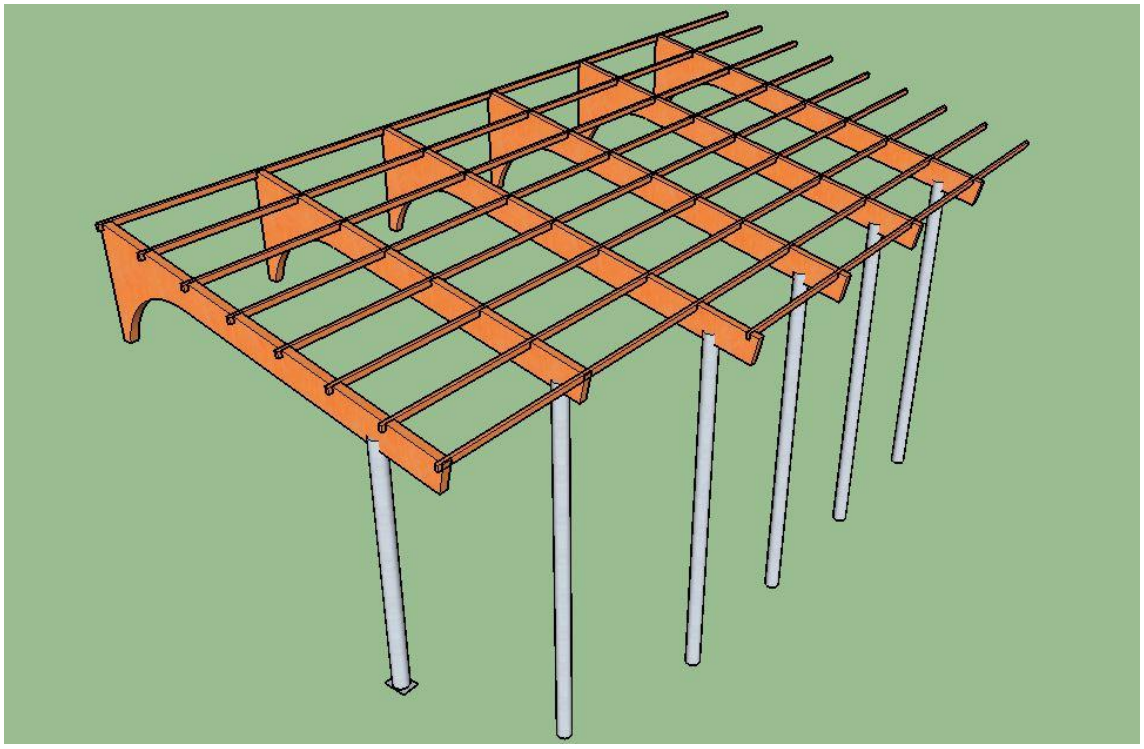
La estructura se resuelve mediante muros de hormigón armado en tres de sus cuatro costados y pórticos de madera con pilares metálicos en el otro, que apoyan en uno de estos muros.

La estructura de pilares metálicos y vigas de madera estará formada por seis pórticos en los cuales las vigas estarán simplemente apoyadas en los pilares con el fin de no deteriorar la estructura por dilatación, y en el muro izquierdo con un apoyo articulado. Para que la estructura sea estable, los pilares serán ménsulas que estarán empotrados a los cimientos impidiendo todo tipo de movimiento.

Las vigas que apoyan en los pilares metálicos estarán sujetas mediante unas placas para evitar movimientos laterales y por unos pasadores con mucha holgura para impedir que se eleve la cubierta ya que en la fachada no habrá ningún tipo de cerramiento que impida la entrada del viento y la succión que ello provoca.

Las vigas serán de madera laminada con un espesor de 260 mm y canto variable para darle forma de triángulo con arco. Todos los pilares tendrán el mismo perfil, tubo de diámetro exterior de 457 mm y espesor de 6,3 mm. Las longitudes de las vigas y los pilares variaran dependiendo del pórtico al que pertenezcan. En los cuatro primeros pórticos las vigas tendrán una longitud, en proyección, de 14 m y los pilares de 12 m. Las vigas del quinto y sexto pilar serán de 11.93 m de longitud, en proyección pero el quinto pilar medirá 12.34 m de longitud y el último, que estará apoyado en el muro de rebote, tendrá 7.5 m.

La cubierta quedara perfectamente arriostrada con tirantes de Ø20 en forma de cuatro cruces de San Andrés. Dos de ellas irán desde el frontis a la viga del primer pórtico y las otras dos atarán las vigas de los pórticos traseros. De esta manera la estructura quedara perfectamente sujeta.



2.6.- CUBIERTA

Con una pendiente del 14% la cubierta del frontón se resolverá mediante panel Metcoppo de Mecteno, un panel tipo sándwich, que puede ser utilizado en cualquier tipo de construcción.

Su forma estética se asemeja a la clásica teja tradicional lo que hace viable entre otras cosas su utilización en ambientes rurales donde conservar el entorno no deja de ser el principal objetivo.

Estas son las características principales del panel:

Cara interior:

- Fabricado en chapa de acero (imitación madera) según Norma EN 10326
- Espesor: 0,5 mm.

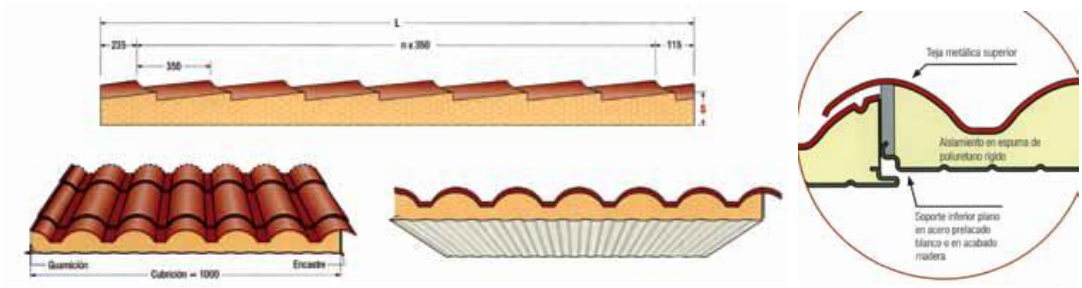
Aislamiento:

- Poliuretano expandido
- Espesor medio: 60 mm

Cara exterior:

- Fabricado en chapa (imitación teja) de acero según Norma EN 10326
- Espesor: 0,5 mm
- Superficie: Ondulada. paso de onda 166,66 mm
- Profundidad de onda: 40 mm
- Lacado con primer epoxídico de espesor no inferior a 5 micras y con una pintura de acabado color RAL 8004

La recogida de aguas pluviales se realiza mediante canalones longitudinales de acero galvanizad plegado de 1,00 mm de espesor, con sus correspondientes tapas y embocaduras. Los empalmes de los canalones se realizarán con soldadura autógena y se protegerán con pintura rica en zinc.



2.7.- PAVIMENTACIÓN

En la zona de juego quedará finalizada con un revestimiento pintado con resina epoxy.

2.8.- CARPINTERÍA

Por encima de la pared izquierda se colocaran seis unidades de ventanales fijos de metacrilato transparente de 5700 x 3500 mm.

3.- RESUMEN DEL PRESUPUESTO

01	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	96.141,88
02	CIMENTACION Y SOLERA	36.760,40
03	ESTRUCTURAS METALICAS	10.229,72
04	ESTRUCTURAS MADERA	35.198,68
05	ESTRUCTURA HORMIGON	144.022,36
06	CUBIERTA	13.952,43
07	SANEAMIENTO	2.985,51
08	PAVIMENTACIÓN	14.921,40
09	CARPINTERÍA	18.288,62
10	PINTURA	12.061,47
11	GESTIÓN DE RESIDUOS	769,13
12	CONTROL DE CALIDAD	730,67
13	SEGURIDAD Y SALUD	6.845,21

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		**392.907,48**
13,00 % Gastos generales	51.077,97	
6,00 % Beneficio industrial	23.574,45	
SUMA DE G.G. y B.I.		74.652,42
21,00 % I.V.A.		98.187,58
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		**565.747,48**
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		**565.747,48**

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de **QUINIENTOS SESENTA Y CINCO MIL SETECIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y OCHO CENTIMOS**

4.- NORMATIVA APLICADA

El proyecto cumple con las actuales normativas:

- Código Técnico de Edificación (CTE)
  - DB HS (Salubridad)
  - DB SE (Documento Básico Seguridad Estructural):
    - DB SE A (Acero)
    - DB SE M (Madera)
    - DB SE C (Cimientos)
    - DB SE AE (Acciones en la Edificación)
- Instrucción Española de Hormigón Estructural (EHE-08).
- Normativa de Instalaciones de la Federación Internacional de Pelota Vasca (NIDEFIPV).
- Normativa de Instalaciones Deportivas y de Esparcimiento (NIDE).
- Planeamiento general vigente de Vidángoz. Plan general.

5.- BIBLIOGRAFÍA

5.1.- NORMATIVAS

- PLANEAMIENTO GENERAL VIGENTE DE VIDÁNGOZ. Plan general.
- NORMATIVA DE INSTALACIONES DEPORTIVAS DE PELOTA VASCA. Federación internacional de pelota vasca.
- NORMATIVA N.I.D.E.
- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN, CTE. Ministerio de Fomento.
- INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL, EHE. Ministerio de Fomento.

5.2.- LIBROS

- TEORÍA DE ESTRUCTURAS Y CONSTRUCCIONES INDUSTRIALES. José Javier Lumbreras Azanza & Amaya Ruiz Irurita. 2009
- ELASTICIDAD Y RESISTENCIA DE MATERIALES. José Javier Lumbreras Azanza 2008
- EXPRESIÓN GRÁFICA Y DISEÑO ASISTIDO POR ORDENADOR. Pedro Luis Gonzaga Velez & Lázaro Gimena Ramos. 2006

5.3.- TEXTOS DE LA CARRERA

- TEORÍA DE ESTRUCTURAS Y CONSTRUCCIONES INDUSTRIALES. Profesor José Javier Lumbreras Azanza.
- CÁLCULO DE ESTRUCTURAS. Profesor Arturo Resano.

5.4.- MANUALES

- CYPE; Cálculo de estructuras metálicas con Nuevo Metal 3D. Antonio Manuel Reyes Rodriguez. 2010

Pamplona a 13 de Febrero de 2015

Fdo. ASIER ASIN SANZ

Ingeniero Técnico Industrial Mecánico

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

ESPACIO PÚBLICO CUBIERTO

DOCUMENTO 2: CÁLCULOS

Alumno: Asier Asin Sanz

Tutor: María Jesús Vilas Carballo

Pamplona, 13 de Febrero de 2015

ÍNDICE

1.- ACCIONES DE LA EDIFICACIÓN

1.1.- ACCIONES PERMANENTES

1.1.1.- PESO PROPIO

El peso propio a tener en cuenta es el de los elementos estructurales, los cerramientos y los elementos separadores, la tabiquería, todo tipo de carpinterías, revestimientos (como pavimentos, guarnecidos, enlucidos, falsos techos), rellenos (como los de tierras) y equipo fijo.

En nuestro caso, para la construcción del frontón, el peso propio que deberemos tener en cuenta será el de los siguientes elementos estructurales:

- Vigas de madera laminada
- Pilares metálicos
- Cerramiento de la cubierta y panel Sándwich

1.1.2.- ACCIONES DEL TERRENO

Las acciones derivadas del empuje del terreno, tanto las procedentes de su peso como de otras acciones que actúan sobre él, o las acciones debidas a sus desplazamientos y deformaciones se evalúan y se tratan según establece DB-SE-C. En nuestro caso el empuje sobre los muros de hormigón armado lo calculará el programa utilizado en los cálculos.

1.2.- ACCIONES VARIABLES

1.2.1.- SOBRECARGA DE USO

La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre la cubierta del frontón por razón de uso. La sobrecarga de uso debida a equipos pesados, o a la acumulación de materiales en bibliotecas, almacenes o industrias, no está recogida en los valores contemplados en el Documento Básico, debiendo determinarse de acuerdo con los valores del suministrador o las exigencias de la propiedad. Por lo general, los efectos de la sobrecarga de uso pueden simularse por la aplicación de una carga distribuida uniformemente.

Según la tabla de valores característica de las sobrecargas de uso (SE-AE) nuestro frontón corresponde a una categoría de uso “G”, ya que es una zona de cubiertas únicamente accesibles para conservación, más concretamente es de tipo “G1”,

cubiertas con inclinación inferior a 20º, a las que según el código técnico de edificación aplicamos una carga de 0.4 KN/m^2.

1.2.2.- ACCIONES TÉRMICAS

Las estructuras y sus elementos están sometidas a deformaciones y cambios geométricos debidos a las variaciones de la temperatura de ambiente exterior. La magnitud de las mismas depende de las condiciones climáticas del lugar, la orientación de la exposición de las estructuras, las características de los materiales constructivos y de los acabados o revestimientos y de la ventilación, así como del aislamiento térmico.

Las variaciones de temperatura conducen a deformaciones de todos los elementos constructivos, en particular, los estructurales, que, en los casos en que estén impedidas, producen tensiones en los elementos afectados.

Según el documento básico SE-AE acciones de la edificación pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de más de 40 metros de longitud. En nuestro caso la luz asciende a 14 m. y la longitud a 31 m, por tanto no habrá problema alguno.

1.2.3.- NIEVE

La distribución y la intensidad de carga sobre un edificio, o en particular sobre un frontón, dependen del clima del lugar, del tipo de precipitaciones, del relieve del entorno, de la forma de la estructura, de los efectos del viento y de los intercambios térmicos en los paramentos exteriores.

Los modelos de carga de este apartado sólo cubren los casos del depósito natural de la nieve, teniéndose en cuenta las posibles acumulaciones debida a redistribuciones artificiales de la nieve.

En cubiertas planas de edificios de pisos situados en localidades de altitud inferior a 1000 m., es suficiente considerar una carga de nieve de 1 kN/m^2. En otros casos o en estructuras ligeras, sensibles a carga vertical, los valores pueden obtenerse como se indica a continuación.

Como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, q_n, puede tomarse:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

Siendo:

- μ coeficiente de forma de cubierta

- s_k el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal.

Datos de nieve

- Normativa CTE DB SE-AE (España)
- Zona de clima invernal: 2
- Altitud: 780 msnm, para hacer los cálculos redondearemos a 800 msnm
- Cubierta si resaltos, pendiente del 14%
- Exposición al viento normal
- Hipótesis aplicadas: 1
- Sobrecarga de nieve: 1

Por tanto la carga de nieve según la tabla E.2 del CTE es de 1,1 kN/m^2.

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m^2)

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

1.2.4.- VIENTO

La distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre el frontón y las fuerzas resultantes dependen de la forma y de las dimensiones de la construcción, de las características y de la permeabilidad de su superficie, así como de la dirección, de la intensidad y del racheo del viento.

Acción del viento

La acción de viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, q_e puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Siendo:

- q_b la presión dinámica del viento

El valor básico de la presión dinámica de viento puede obtenerse con la siguiente expresión:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot v_b^2$$

Siendo δ la densidad del aire y v_b el valor básico de la velocidad del viento.

La densidad del aire depende, entre otros factores, de la altitud, de la temperatura ambiental y de la fracción de agua en suspensión. En general puede adoptarse el valor de 1,25 kg/m^3.

El valor básico de la velocidad del viento corresponde al valor característico de la velocidad media del viento a lo largo de un período de 10 minutos, tomada en una zona plana y desprotegida frente al viento a una altura de 10 m sobre el suelo. Para conseguir dicho valor, debemos observar el mapa que nos da la norma, y determinar en qué zona se encuentra ubicada nuestro frontón para encontrar el valor que le corresponde. Vidángoz, lugar en el que colocaremos el frontón, se encuentra en la zona C y el valor básico de la velocidad del viento es de 29 m/s. A esta velocidad básica se le puede aplicar una corrección en función del periodo de servicio. En nuestro caso el periodo de entorno es de 50 años, con un coeficiente de corrección d 1, por tanto no varía el valor obtenido. Una vez obtenidos todos los valores necesarios procederemos con el cálculo de la presión dinámica q_b.

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot v_b^2 \qquad q_b = \frac{1}{2} \cdot 1{,}25\ \frac{kg}{m^3} \cdot \left(29 \frac{m}{s}\right)^2 \qquad q_b = 525{,}625\ \frac{kg}{m \cdot s^2} = 52\ \frac{kg}{m^2}$$

- c_e el coeficiente de exposición

El coeficiente de exposición tiene en cuenta los efectos de las turbulencias ocasionadas por el relieve y topografía del terreno. Este coeficiente es variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción.

El coeficiente de exposición c_e para alturas sobre el terreno, z, no mayores de 200 m, puede determinarse con la expresión:

$$c_e = F \cdot (F + 7k) \qquad F = k \cdot ln(\max(z, Z)/L)$$

Siendo k, L, Z, parámetros característicos de cada tipo de entorno, según la tabla D.2.

Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno

	Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
		k	L (m)	Z (m)
I	Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,15	0,003	1,0
II	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V	Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

– c_p el coeficiente eólico o de presión

Este coeficiente depende de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie. Un valor negativo indicaría succión.

La tabla D.1 del DB sirve para hallar el valor del coeficiente solo para los paramentos verticales, de la tabla D.2 a la tabla D.7 sirve para el cálculo de las cubiertas y de la D.8 a la D.11para las marquesinas, pero como en nuestro caso el frontón está rodeado de tierra podemos despreciar las cargas de viento verticales. En cambio, como la fachada del frontón está completamente abierta, podemos considerar la cubierta como una marquesina, y como es a un agua utilizaremos la tabla D.8.

			Coeficientes de presión exterior		
			$c_{p,10}$		
Pendiente de la cubierta α	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción φ	Zona (según figura)		
			A	B	C
0º	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	0,5	1,8	1,1
	Arriba	0	-0,6	-1,3	-1,4
	Arriba	1	-1,5	-1,8	-2,2
5º	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	0,8	2,1	1,3
	Arriba	0	-1,1	-1,7	-1,8
	Arriba	1	-1,6	-2,2	-2,5
10º	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	1,2	2,4	1,6
	Arriba	0	-1,5	-2,0	-2,1
	Arriba	1	-2,1	-2,6	-2,7
15º	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	1,4	2,7	1,8
	Arriba	0	-1,8	-2,4	-2,5
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
20º	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	1,7	2,9	2,1
	Arriba	0	-2,2	-2,8	-2,9
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
25º	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	2,0	3,1	2,3
	Arriba	0	-2,6	-3,2	-3,2
	Arriba	1	-1,5	-2,5	-2,8
30º	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	2,2	3,2	2,4
	Arriba	0	-3,0	-3,8	-3,6
	Arriba	1	-1,5	-2,2	-2,7

2.- CALCULO DE LA CARGA DE VIENTO

Para calcular la fuerza que ejerce el viento en la cubierta del frontón tanto para abajo como para arriba (succión) utilizaremos la siguiente formula:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

– q_e presión dinámica del viento

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot v_b^2$$

$\delta = 1.25 \ \frac{kg}{m^3}$ (densidad del aire)

$v_b = 29 \ \frac{m}{s}$ (velocidad viento zona C)

Por lo tanto:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot 1.25 \cdot 29^2 \qquad q_b = 520 \ \frac{kg}{m \cdot s^2} \qquad \boxed{q_b = 52 \ \frac{kg}{m^2} = 0{,}52 \ \frac{kN}{m^2}}$$

– c_e coeficiente de exposición

$$c_e = F \cdot (F + 7k) \qquad F = k \cdot ln(\max(z, Z)/L)$$

La altura máxima del frontón será de 15 m y si miramos la tabla D.2 podemos sacar los siguientes datos:

Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno

Grado de aspereza del entorno		Parámetro		
		k	L (m)	Z (m)
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0

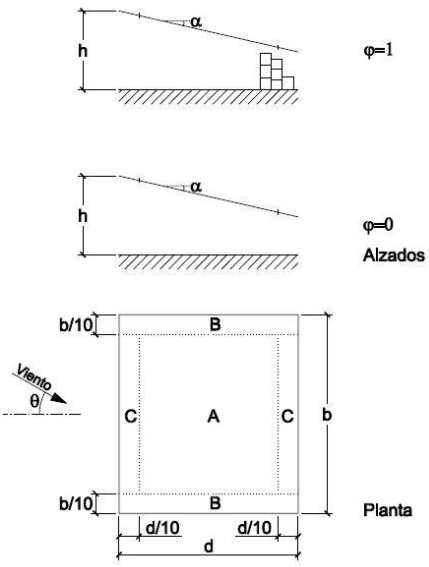
Por lo tanto:

$$F = 0.19 \cdot ln\left(\frac{max(15{,}2)}{0.05}\right) \qquad F = 0.19 \cdot ln\left(\frac{15}{0.05}\right) \qquad F = 1{,}084$$

$$c_e = 1{,}084 \cdot (1.084 + 7 \cdot 0.19) \qquad \boxed{c_e = 2{,}616}$$

– c_p coeficiente eólico o de presión

Pendiente de la cubierta α	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción φ	Coeficientes de presión exterior $c_{p,10}$ Zona (según figura) A	B	C
15º	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	1,4	2,7	1,8
	Arriba	0	-1,8	-2,4	-2,5
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0



La cubierta del frontón es de 14 x 31 m, por lo tanto:

A = 277,76 m^2

B = C = 86,8 m^2

Total = 434 m^2

Como es una marquesina cerrada por detrás el factor de obstrucción será de 1 cuando el viento empuje hacia arriba.

Multiplicamos el coeficiente exterior correspondiente a cada zona con su área respectiva.

$$A' = 277{,}76 \cdot 1{,}4 = 388{,}864\, m^2 \qquad A'' = 277{,}76 \cdot (-1{,}6) = -444{,}416\, m^2$$

$$B' = 86{,}8 \cdot 2{,}7 = 234{,}36\, m^2 \qquad B'' = 86{,}8 \cdot (-2{,}9) = -251{,}72\, m^2$$

$$C' = 86{,}8 \cdot 1{,}8 = 156{,}24\, m^2 \qquad C'' = 86{,}8 \cdot (-3{,}0) = -260{,}4\, m^2$$

$$T' = A' + B' + C' = 779{,}464\, m^2 \qquad T'' = A'' + B'' + C'' = -956{,}536\, m^2$$

$c_p' = \dfrac{T'}{Total} = \dfrac{779{,}464\, m^2}{434\, m^2} = 1{,}796$	$c_p'' = \dfrac{T''}{Total} = \dfrac{-956{,}536\, m^2}{434\, m^2} = -2{,}204$

La carga total a aplicar será de:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p = 0.52\, \frac{kN}{m^2} \cdot 2{,}616 \cdot 1{,}796$$

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p = 0.52\, \frac{kN}{m^2} \cdot 2{,}616 \cdot (-2{,}204)$$

$$q_e = 2{,}44\, \frac{kN}{m^2}$$

$$q_e = -3\, \frac{kN}{m^2}$$

3.- FICHA DE CARGAS

Acciones permanentes	
Peso propio	
Vigas	108,242 kN
Pilares	48,304 kN
Corréas	10,605 kN
Cubierta	0,12 kN/m^2
Acciones variables	
Sobrecarga de uso	1 kN/m^2
Nieve	1,1 kN/m^2
Viento Succión	3 kN/m^2
Viento Presión	2,44 kN/m^2
Acciones térmicas	No procede
Acciones sísmicas	No procede
Resistencia del terreno	4 kp/cm^2 = 392,4 kN/m^2

4.- SEGURIDAD ESTRUCTURAL

Para un correcto funcionamiento del frontón debemos asegurar que tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previo.

Para satisfacer este objetivo, la estructura del frontón se proyectara, construirá y se mantendrá de forma que cumpla con la fiabilidad adecuada a las exigencias básicas del documento básico de seguridad estructural (DB-SE).

Obtenemos los datos del cuadro de características según la instrucción EHE-08. En nuestro caso al hacer los cálculos con CYPE este ya considera todas las cargas mayoradas.

Coeficientes parciales de seguridad para acero.

ELEMENTO ESTRUCTURAL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD γ_s
Toda la obra	1,5
Cimentación	1,5
Muros	1,5
Pilares	1,5
Vigas y forjados	1,5

Coeficientes parciales de seguridad para hormigón.

ELEMENTO ESTRUCTURAL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD γ_c
Toda la obra	1,5
Cimentación	1,5
Muros	1,5
Pilares	1,5
Vigas y forjados	1,5

Los valores de los coeficientes parciales de seguridad de los materiales para el estudio de los Estados últimos son los que se indican en la siguiente tabla, obtenida de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.

TIPO DE ACCION	EFECTO FAVORABLE	EFECTO DESFAVORABLE
Acciones constantes	1	1,35
Sobrecargas	1	1,5
Acciones variables	0	1,5

5.- CARACTERIASTICAS DE LOS MATERIALES

5.1.- ESTRUCTURA DE HORMIGÓN

El hormigón utilizado para la construcción de los tres muros de hormigón será, al igual que el de la cimentación, de HA-25/B/20lla armado con acero corrugado B-500 S, siendo sus características más importantes las mencionadas a continuación.

Hormigón armado HA-25:

- Resistencia característica: 25 N/mm^2
- Consistencia: Blanda
- Tamaño máximo del árido: 20 mm
- Clase general de exposición: IIa
- Árido: Machacado
- Compactación: Vibrado

Este hormigón está hecho a base de cemento común, que se encuentra normalizado según la UNE 80301:96.

También se utilizará hormigón de limpieza tipo HM-15/F/40IIA con tamaño máximo del árido de 40mm. Elaborado en central, para pozos y franjas de cimentación fabricado para limpieza y nivelado, se verterá por medios manuales con un espesor de unos 15cm. Este hormigón se utiliza, con el objeto de que al colocar el armado éste no esté en contacto directo con el terreno, se le da siempre en las construcciones una capa de un espesor muy pequeño.

El agua utilizada tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no debe contener ningún ingrediente dañino en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión. En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

La naturaleza de los áridos, utilizados para la preparación del hormigón será tal que permita garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características que se exijan a este en la instrucción de EHE-08. Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias, siderurgias apropiadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorios.

Para absorber los esfuerzos de tracción fundamentalmente y en algunos casos de compresión (aunque trabaje el hormigón muy bien a compresión) colocaremos armaduras de acero a las estructuras de hormigón armado.

El acero utilizado será del tipo B-500 S. Según la norma UNE 36068, las barras corrugadas B-500 S tienen las siguientes características mecánicas:

Acera B-500 S:

- Limite elástico: 500N/mm^2
- Carga unitaria de rotura: 500N/mm^2
- Alargamiento de rotura: 12%
- Clases de acero: Soldable
- Dureza Natural

5.2.- ESTRUCTURA METÁLICA

El acero utilizado en la estructura será de perfiles tubulares de un acero tipo S275 JR, cuyas características mecánicas más relevantes son:

Acero S 275 JR:

- Límite Elástico: σ_e = 275 N/mm^2 (2800 Kg/cm^2)
- Módulo de Elasticidad: E = 2,1·10^6 Kg/cm^2
- Módulo de Rigidez: G = 8.1·10^5 Kg/cm^2
- Coeficiente de Poisson: v = 0,3
- Coeficiente de Dilatación Térmica: 1,2·10^{-5}
- Peso Específico: = 7850 Kg/m^3
- Tensión de Rotura: σ_r = 4400 Kg/cm^2

La estructura del frontón consta de una serie de pilares de acero de perfil tubular con diámetro exterior de 457 mm y espesor de 6,3 mm.

Los pilares de acero irán anclados con la ayuda de las placas de anclaje sobre las zapatas, calculado todo ello con la ayuda del programa CYPE.

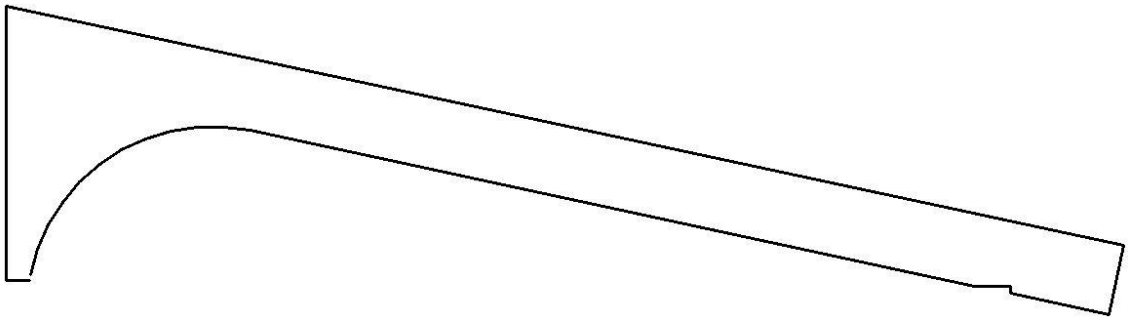
En la zona superior de los pilares se colocaran unas placas para permitir un apoyo deslizante en una única dirección. Las vigas irán simplemente apoyadas en las ménsulas.

5.3.- ESTRUCTURA DE MADERA

La madera utilizada en la estructura será laminada encolada de tipo GL24h, cuyas características mecánicas más relevantes son:

- Resistencia a flexión: $f_{m,g,k}$ = 24 N/mm^2
- R. a tracción paralela a la fibra: $f_{t,0,g,k}$ = 16’5 N/mm^2
- R. a tracción perpendicular a la fibra: $f_{t,90,g,k}$ = 0’4 N/mm^2
- R. a compresión paralela a la fibra: $f_{c,0,g,k}$ = 24 N/mm^2
- R. a compresión perpendicular a la fibra: $f_{c,90,g,k}$ = 2’7 N/mm^2
- R. a cortante: $f_{v,g,k}$ = 2,7 N/mm^2
- Módulo de elasticidad:
  - Medio paralelo a la fibra: $E_{0,g,medio}$ = 11600 N/mm^2
  - Característico: $E_{0,g,k}$ = 9400 N/mm^2
  - Medio perpendicular a la fibra: $E_{90,g,medio}$ = 390 N/mm^2
- Módulo de cortante: $G_{g,medio}$ = 720 N/mm^2
- Densidad: $\rho_{g,k}$ = 380 kg/m^3

La estructura del frontón consta de una serie de vigas de madera laminada con 260 mm y canto variable. Tendrán forma triangular como se puede ver en la figura.



Las vigas irán apoyadas en el muro de hormigón por la derecha con un apoyo articulado y en los pilares de acero por la izquierda estarán simplemente apoyadas.

6.- PROCESO DEL CÁLCULO CON CYPE

Para calcular toda la estructura se han utilizado dos módulos del programa informático CYPE.

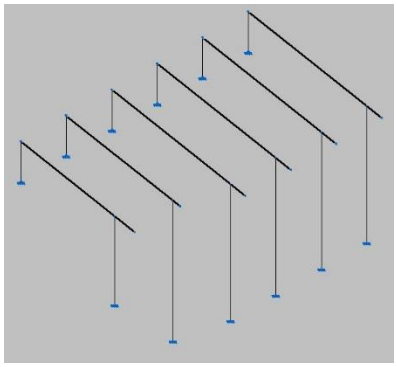
Para el cálculo de las vigas, los pilares, placas de anclaje y sus correspondientes zapatas se ha utilizado el modulo Nuevo Metal 3D.

Para el cálculo de los muros de hormigón, sus armados y sus correspondientes zapatas corridas se ha utilizado el modulo Muros en ménsula de hormigón armado.

Los pasos han sido los siguientes:

6.1.- NUEVO METAL 3D

Lo primero que se ha hecho ha sido introducir las diferentes normativas para los diferentes materiales que se van a utilizar.



Después se ha construido la estructura añadiendo nudos y barras y sus respectivos apoyos. Aplicamos los materiales y perfiles de cada barra así como los diferentes coeficientes de pandeo, flecha máxima, etc. Una vez aplicadas las diferentes cargas e hipótesis en las vigas le damos a calcular.

Una vez el programa ha calculado lo necesario se le da a la opción *comprobar la estructura*. De esta manera, nos indicará si los perfiles que previamente hemos seleccionado aguantarán el peso de toda la estructura o no, y nos dirá cuáles son los que sí nos servirán. Si no nos valen seleccionamos otro y comprobamos de nuevo el cálculo hasta que cumpla toda la estructura.

Observamos las flechas y momentos máximos así como las envolventes de toda la estructura y comprobamos que todo trabaja correctamente. Este proceso también nos lo calcula CYPE describiendo las limitaciones de flecha de la estructura y comprobando si cumple dichas restricciones.

En este apartado también podemos hacer el cálculo y dimensionado tanto de las placas de anclaje (pilar y zapata) como de las propias zapatas situadas en la zona derecha del frontón que sostienen los pilares de la estructura. Para ello primero le damos a generar las placas de anclaje y las dimensionamos. Comprobamos que cumplen y condicionamos al programa que nos genere las placas de anclaje que mejor nos convengan. Posteriormente se crearán las zapatas. Como ocurre con las placas de

anclaje, se crearan límites para su posterior dimensionamiento y comprobación. En los anexos correspondientes a metal 3D se reflejan los detalles de estos.

Extraeremos tanto planos como documentos que verifiquen todos los pasos hechos.

Datos de la obra:

- Numero de vanos: 6
- Separación entre pórticos: 5,07 m
- Cargas:
  - Cargas muertas = 0,4 kN/m^2
  - Sobrecarga de uso = 1 kN/m^2
  - Nieve = 1,1 kN/m^2
  - Succión de viento = 3 kN/m^2
  - Presión de viento = 2,44 kN/m^2

6.2.- MUROS EN MÉNSULA DE HORMIGÓN

Primero hemos comenzado con el muro de la pared lateral ya que sobre él van apoyado todos los pórticos y éstos son los que le transmiten las reacciones en cabeza del muro junto a la carga de viento calculada. De cara a la seguridad, cogemos la reacción más desfavorable, la de la envolvente, que nos la aporta el programa. Suponemos las demás reacciones de los apoyos iguales que esta y lo aplicamos en el muro ménsula para que nos lo dimensione. Estos serán los datos generales de obra, a excepción de su longitud que dependerá de cada muro:

Norma y materiales:

- Norma: EHE-08 (España).
- Hormigón: HA-25, Yc=1.5.
- Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15.
- Tipo de ambiente: Clase IIa.
- Recubrimiento en el intradós del muro: 3.0 cm.
- Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.0 cm.
- Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm.
- Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm.
- Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm.
- Tamaño máximo del árido: 20 mm.

Acciones:

- Aceleración Sísmica. Aceleración de cálculo: 0.04.

- Porcentaje de sobrecarga: 80%.
- Empuje en el intradós: Sin empuje.
- Empuje en el trasdós: Activo.

Datos de la obra:

- Cota de la rasante: 0.00 m.
- Altura del muro sobre la rasante:
- Enrase: Intradós.
- Longitud del muro en planta: 31 m.
- Separación de las juntas: 5.00 m.
- Tipo de cimentación: Zapata corrida.

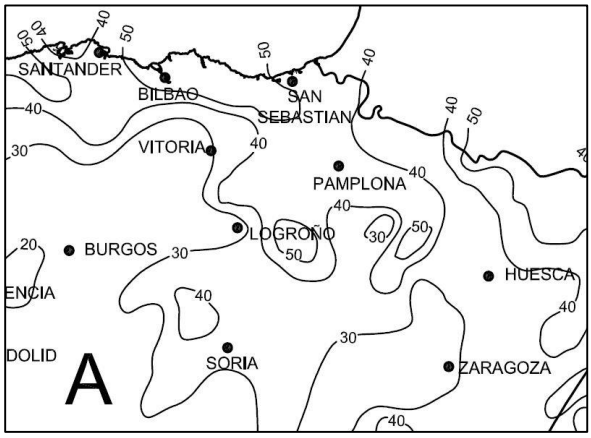
Se dibuja el muro y las características del hormigón y el tipo de armado. Una vez dimensionado el muro, comienzo a introducir cargas en la cabeza del muro y la coloco como sobrecarga en cabeza de muro. Dimensionamos y comprobamos tanto armado como hormigón hasta que el muro soporta todas las cargas.

7.- EVACUACION DE AGUAS PLUVIALES

El saneamiento de las aguas pluviales se ha calculado teniendo en cuenta el código técnico CTE, en su apartado DB SH-5, que indica cómo deben ser las características de los canalones y las bajantes dependiendo de la superficie de cubierta y el régimen pluviométrico del lugar en el que se construye el frontón.

La evacuación de las aguas pluviales de la cubierta se realizará mediante canalones de sección cuadrangular de acero galvanizado. La sección del canalón será la suficiente para desaguar en un tiempo breve la máxima cantidad de agua posible. Se ha calculado teniendo en cuenta que esta depende de la superficie de faldón que desagua, de modo que, debe tener como mínimo 1cm de sección por metro cuadrado de proyección horizontal de cubierta que vierta. El agua de los canalones se recogerá en las bajantes, también de acero galvanizado, que descargaran directamente a la calle. La embocadura de los canalones a las bajantes se protege con una pequeña red metálica de cuadrícula muy abierta para evitar que las bajantes se puedan obstruir.

7.1.- INTENSIDAD PLUVIOMÉTRICA



La intensidad pluviométrica i se obtendrá en la tabla en función de la isoyeta y de la zona pluviométrica correspondiente a la localidad determinada mediante el mapa de la figura. En nuestro caso Vidángoz se encuentra en la isoyeta 40 de la zona A, por tanto la intensidad pluviométrica es de 125 mm/h.

Intensidad Pluviométrica i (mm/h)

Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

7.2.- CANALONES

El *diámetro nominal* del canalón de evacuación de *aguas pluviales* de sección semicircular para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h se obtiene en la tabla en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m^2)				*Diámetro nominal* del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

El diámetro del canalón se calculará en función de la superficie, en proyección horizontal, de la cubierta servida por cada bajante de aguas pluviales. Para ello, se tendrá en cuenta la intensidad pluviométrica de la zona geográfica. En Vidángoz es de 125 mm/h. De modo que, se aplicará un factor de corrección:

$$f = \frac{i}{100} = \frac{125}{100} = 1{,}25$$

Los valores de diámetro del canalón de evacuación de aguas pluviales de sección semicircular para una intensidad pluviométrica de 125 mm/h se muestran en la tabla adjunta:

SUP. PROYECCIÓN HORIZONTAL (m²) para 100 mm/h	**SUP. PROYECCIÓN HORIZONTAL** (m²) para 125 mm/h	**DIAMETRO NOMINAL DEL CANALON** (mm)
45	36	100
80	64	125
125	100	150
260	208	200
475	380	250

En nuestro caso nos afecta la pendiente del canalón del 1% con una superficie máxima de cubierta en proyección horizontal de 145 m^2, con lo que nos corresponde colocar canalones de 200 mm.

Como la sección adoptada para el canalón no es semicircular, la sección cuadrangular equivalente debe ser un 10 % superior a la obtenida como sección semicircular, por lo tanto la sección cuadrangular tiene que ser:

$$Sección\ semicircular = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 200^2}{4} = 31416\ mm^2$$

$$Sección\ cuadrangular = 31416 \cdot 1{,}1 = 34557\ mm^2$$

Como nuestro canalón va a ser de sección cuadrada, el lado de este será de:

$$\sqrt{34557} \approx 186\ mm$$

Por lo tanto escogemos un canalón de sección 200 x 200 mm.

7.3.- BAJANTES

El diámetro correspondiente a la superficie, en proyección horizontal, servida por cada *bajante* de *aguas pluviales* se obtiene en la tabla siguiente:

Superficie en proyección horizontal servida (m^2)	*Diámetro nominal* de la *bajante* (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Análogamente al caso de los canalones, para intensidades distintas de 100 mm/h, debe aplicarse el factor f correspondiente, mostrando los nuevos valores en la siguiente tabla:

SUP. PROYECCIÓN HORIZONTAL (m²) para 100 mm/h	**SUP. PROYECCIÓN HORIZONTAL** (m²) para 125 mm/h	**DIAMETRO NOMINAL DEL LA BAJANTE** (mm)
65	52	50
113	90,4	63
177	141,6	75
318	254,4	90
580	464	110
805	644	125
1544	1235,2	160
2700	2160	200

Todas las bajantes del frontón deben evacuar agua de una superficie en proyección horizontal superior a 141,6 m^2 e inferior a 254,4 m^2, por lo que colocamos bajantes de 90 mm.

8.- ANEXOS

8.1.- ESTRUCTURA METÁLICA Y DE MADERA

ÍNDICE

1.- DATOS DE OBRA

1.1.- Normas consideradas

Cimentación: EHE-08

Hormigón: EHE-08

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Madera: CTE DB SE-M

Categoría de uso: G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables

1.2.- Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones E.L.U. de rotura. Acero laminado E.L.U. de rotura. Madera	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

1.2.1.- Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

- Sin coeficientes de combinación

- Donde:

G_k Acción permanente
Q_k Acción variable
γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

E.L.U. de rotura. Madera: CTE DB SE-M

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

1.3.- Resistencia al fuego

Perfiles de madera

Norma: CTE DB SI. Anejo E: Resistencia al fuego de las estructuras de madera.

Resistencia requerida: R30

2.- ESTRUCTURA

2.1.- Geometría

2.1.1.- Nudos

Referencias:

Δ_x, Δ_y, Δ_z: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

θ_x, θ_y, θ_z: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	12.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N2	5.070	0.000	12.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N3	10.140	0.000	12.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N4	15.210	0.000	12.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N5	20.280	0.000	12.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N6	25.350	0.000	12.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N7	10.140	-14.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	15.210	-14.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	20.280	-14.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	25.350	-14.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	25.350	0.000	15.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	20.280	0.000	15.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	15.210	0.000	15.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	10.140	0.000	15.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	5.070	0.000	15.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	0.000	0.000	15.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N17	25.350	-12.430	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N18	20.280	-12.430	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N19	15.210	-12.430	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N20	10.140	-12.430	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N21	25.350	-12.430	12.393	-	-	-	-	-	-	Articulado
N22	20.280	-12.430	12.393	-	-	-	-	-	-	Articulado
N23	15.210	-12.430	12.393	-	-	-	-	-	-	Articulado
N24	0.000	-11.930	12.518	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N25	5.070	-11.930	12.518	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N26	10.140	-12.430	12.393	-	-	-	-	-	-	Articulado
N27	5.070	-11.157	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N28	5.070	-11.157	12.711	-	-	-	-	-	-	Articulado
N29	0.000	-9.850	5.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N30	0.000	-9.850	13.038	-	-	-	-	-	-	Articulado

2.1.2.- Barras

2.1.2.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (kp/cm²)	ν	G (kp/cm²)	f_y (kp/cm²)	α_t (m/m°C)	γ (t/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Madera	GL24h	118246.7	7.056	7339.4	-	0.000005	0.460

Notación:
E: Módulo de elasticidad
ν: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
f_y: Límite elástico
α_t: Coeficiente de dilatación
γ: Peso específico

2.1.2.2.- Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N17/N21	N17/N21	TC 457x6.3 (TC)	12.393	2.00	2.00	24.785	24.785
		N18/N22	N18/N22	TC 457x6.3 (TC)	12.393	2.00	2.00	24.785	24.785
		N19/N23	N19/N23	TC 457x6.3 (TC)	12.393	2.00	2.00	24.785	24.785
		N20/N26	N20/N26	TC 457x6.3 (TC)	12.393	2.00	2.00	24.785	24.785
		N27/N28	N27/N28	TC 457x6.3 (TC)	12.711	2.00	2.00	25.422	25.422
		N29/N30	N29/N30	TC 457x6.3 (TC)	8.038	2.00	2.00	16.075	16.075
Madera	GL24h	N6/N11	N6/N11	RV-260 (H:350/900) (Rectangular, canto variable)	3.500	2.00	2.00	7.000	7.000
		N10/N21	N10/N11	V-940x260 (Vigas-260)	1.618	4.33	1.00	1.618	1.618
		N21/N11	N10/N11	V-940x260 (Vigas-260)	12.813	0.55	1.00	12.813	12.813
		N5/N12	N5/N12	RV-260 (H:350/900) (Rectangular, canto variable)	3.500	2.00	2.00	7.000	7.000
		N9/N22	N9/N12	V-940x260 (Vigas-260)	1.618	1.00	1.00	1.618	1.618
		N22/N12	N9/N12	V-940x260 (Vigas-260)	12.813	1.00	1.00	12.813	12.813
		N4/N13	N4/N13	RV-260 (H:350/900) (Rectangular, canto variable)	3.500	2.00	2.00	7.000	7.000
		N8/N23	N8/N13	V-940x260 (Vigas-260)	1.618	1.00	1.00	1.618	1.618
		N23/N13	N8/N13	V-940x260 (Vigas-260)	12.813	1.00	1.00	12.813	12.813
		N3/N14	N3/N14	RV-260 (H:350/900) (Rectangular, canto variable)	3.500	2.00	2.00	7.000	7.000
		N7/N26	N7/N14	V-940x260 (Vigas-260)	1.618	1.00	1.00	1.618	1.618
		N26/N14	N7/N14	V-940x260 (Vigas-260)	12.813	1.00	1.00	12.813	12.813
		N2/N15	N2/N15	RV-260 (H:350/900) (Rectangular, canto variable)	3.500	2.00	2.00	7.000	7.000
		N1/N16	N1/N16	RV-260 (H:350/900) (Rectangular, canto variable)	3.500	2.00	2.00	7.000	7.000

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
		N25/N28	N25/N15	V-940x260 (Vigas-260)	0.797	1.00	1.00	0.797	0.797
		N28/N15	N25/N15	V-940x260 (Vigas-260)	11.500	1.00	1.00	6.000	6.000
		N24/N30	N24/N16	V-940x260 (Vigas-260)	2.144	1.00	1.00	2.144	2.144
		N30/N16	N24/N16	V-940x260 (Vigas-260)	10.153	1.00	1.00	6.000	6.000

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
β_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
β_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
$Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior
$Lb_{Inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior

2.1.2.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N17/N21, N18/N22, N19/N23, N20/N26, N27/N28 y N29/N30
2	N6/N11, N5/N12, N4/N13, N3/N14, N2/N15 y N1/N16
3	N10/N11, N9/N12, N8/N13, N7/N14, N25/N15 y N24/N16

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm²)	Avy (cm²)	Avz (cm²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	TC 457x6.3, (TC)	89.20	80.28	80.28	22654.16	22654.16	45308.32
Madera	GL24h	2	RV-260 (H:350/900), (Rectangular, canto variable) Canto 350.0 / 900.0 mm	1625.00	1354.17	1354.17	528971.35	91541.67	266639.75
		3	V-940x260, (Vigas-260)	2444.00	2036.67	2036.67	1799598.67	137678.67	452814.54

Notación:
Ref.: Referencia
A: Área de la sección transversal
Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
It: Inercia a torsión
Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.1.2.4.- Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N17/N21	TC 457x6.3 (TC)	12.393	0.111	867.77
		N18/N22	TC 457x6.3 (TC)	12.393	0.111	867.77
		N19/N23	TC 457x6.3 (TC)	12.393	0.111	867.77
		N20/N26	TC 457x6.3 (TC)	12.393	0.111	867.77
		N27/N28	TC 457x6.3 (TC)	12.711	0.113	890.06

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N29/N30	TC 457x6.3 (TC)	8.038	0.072	562.82
Madera	GL24h	N6/N11	RV-260 (H:350/900) (Rectangular, canto variable)	3.500	0.569	261.63
		N10/N11	V-940x260 (Vigas-260)	14.431	3.527	1622.38
		N5/N12	RV-260 (H:350/900) (Rectangular, canto variable)	3.500	0.569	261.63
		N9/N12	V-940x260 (Vigas-260)	14.431	3.527	1622.38
		N4/N13	RV-260 (H:350/900) (Rectangular, canto variable)	3.500	0.569	261.63
		N8/N13	V-940x260 (Vigas-260)	14.431	3.527	1622.38
		N3/N14	RV-260 (H:350/900) (Rectangular, canto variable)	3.500	0.569	261.63
		N7/N14	V-940x260 (Vigas-260)	14.431	3.527	1622.38
		N2/N15	RV-260 (H:350/900) (Rectangular, canto variable)	3.500	0.569	261.63
		N1/N16	RV-260 (H:350/900) (Rectangular, canto variable)	3.500	0.569	261.63
		N25/N15	V-940x260 (Vigas-260)	12.297	3.005	1382.50
		N24/N16	V-940x260 (Vigas-260)	12.297	3.005	1382.50

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final

2.1.2.5.- Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	TC	TC 457x6.3	70.318	70.318	70.318	0.627	0.627	0.627	4923.97	4923.97	4923.97
Madera	GL24h	Rectangular, canto variable	RV-260 (H:350/900)	21.000	21.000	103.318	3.413	3.413	23.531	1569.75	1569.75	10824.25
		Vigas-260	V-940x260	82.318	82.318		20.118	20.118		9254.50	9254.50	

2.1.2.6.- Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
TC	TC 457x6.3	1.436	70.318	100.956

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
			Total	**100.956**

Madera: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
Rectangular, canto variable	RV-260 (H:350/900)	1.770	21.000	37.170
Vigas-260	V-940x260	2.400	82.318	197.563
			Total	**234.733**

2.2.- Cargas

2.2.1.- Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: t
- Momentos puntuales: t·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: t/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N6/N11	Peso propio	Trapezoidal	0.042	0.108	0.000	3.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N21	Peso propio	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N21	CM 1	Uniforme	0.216	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N21	Q 1	Uniforme	0.516	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N21	V 1	Uniforme	1.237	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N10/N21	V 2	Uniforme	1.521	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N10/N21	N 1	Uniforme	0.669	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N11	Peso propio	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N11	CM 1	Uniforme	0.216	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N11	Q 1	Uniforme	0.516	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N11	V 1	Uniforme	1.237	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N21/N11	V 2	Uniforme	1.521	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N21/N11	N 1	Uniforme	0.669	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N12	Peso propio	Trapezoidal	0.042	0.108	0.000	3.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N22	Peso propio	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N22	CM 1	Uniforme	0.216	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N22	Q 1	Uniforme	0.516	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N22	V 1	Uniforme	1.237	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N9/N22	V 2	Uniforme	1.521	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N22	N 1	Uniforme	0.669	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N12	Peso propio	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N12	CM 1	Uniforme	0.216	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N12	Q 1	Uniforme	0.516	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N12	V 1	Uniforme	1.237	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N22/N12	V 2	Uniforme	1.521	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N22/N12	N 1	Uniforme	0.669	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N13	Peso propio	Trapezoidal	0.042	0.108	0.000	3.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N23	Peso propio	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N23	CM 1	Uniforme	0.216	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N23	Q 1	Uniforme	0.516	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N23	V 1	Uniforme	1.237	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N8/N23	V 2	Uniforme	1.521	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N8/N23	N 1	Uniforme	0.669	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N13	Peso propio	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N13	CM 1	Uniforme	0.216	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N13	Q 1	Uniforme	0.516	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N13	V 1	Uniforme	1.237	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N23/N13	V 2	Uniforme	1.521	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N23/N13	N 1	Uniforme	0.669	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N14	Peso propio	Trapezoidal	0.042	0.108	0.000	3.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N26	Peso propio	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N26	CM 1	Uniforme	0.216	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N26	Q 1	Uniforme	0.516	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N26	V 1	Uniforme	1.237	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N7/N26	V 2	Uniforme	1.521	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N7/N26	N 1	Uniforme	0.669	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N14	Peso propio	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N14	CM 1	Uniforme	0.216	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N14	Q 1	Uniforme	0.516	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N14	V 1	Uniforme	1.237	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N26/N14	V 2	Uniforme	1.521	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N26/N14	N 1	Uniforme	0.669	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N15	Peso propio	Trapezoidal	0.042	0.108	0.000	3.500	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N16	Peso propio	Trapezoidal	0.042	0.108	0.000	3.500	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N21	Peso propio	Uniforme	0.070	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N22	Peso propio	Uniforme	0.070	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N23	Peso propio	Uniforme	0.070	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N25/N28	Peso propio	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N25/N28	CM 1	Uniforme	0.216	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N25/N28	Q 1	Uniforme	0.516	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N25/N28	V 1	Uniforme	1.237	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N25/N28	V 2	Uniforme	1.521	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N25/N28	N 1	Uniforme	0.669	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N15	Peso propio	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N15	CM 1	Uniforme	0.216	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N15	Q 1	Uniforme	0.516	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N15	V 1	Uniforme	1.237	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N28/N15	V 2	Uniforme	1.521	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N28/N15	N 1	Uniforme	0.669	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N30	Peso propio	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N30	CM 1	Uniforme	0.216	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N30	Q 1	Uniforme	0.516	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N30	V 1	Uniforme	1.237	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N24/N30	V 2	Uniforme	1.521	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N24/N30	N 1	Uniforme	0.669	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N16	Peso propio	Uniforme	0.112	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N16	CM 1	Uniforme	0.216	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N16	Q 1	Uniforme	0.516	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N16	V 1	Uniforme	1.237	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N30/N16	V 2	Uniforme	1.521	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N30/N16	N 1	Uniforme	0.669	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N26	Peso propio	Uniforme	0.070	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N28	Peso propio	Uniforme	0.070	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N30	Peso propio	Uniforme	0.070	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

2.3.- Resultados

2.3.2.- Barras

2.3.2.1.- Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (t)
Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)
Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)
Mt: Momento torsor (t·m)
My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)
Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η: Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

Comprobación de resistencia a temperatura ambiente

Perfiles de acero										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N17/N21	45.23	0.000	-21.155	0.000	-0.133	0.000	-1.653	0.000	GV	Cumple
N18/N22	45.23	0.000	-21.155	0.000	-0.133	0.000	-1.653	0.000	GV	Cumple
N19/N23	45.23	0.000	-21.155	0.000	-0.133	0.000	-1.653	0.000	GV	Cumple
N20/N26	45.23	0.000	-21.155	0.000	-0.133	0.000	-1.653	0.000	GV	Cumple
N27/N28	36.72	0.000	-17.212	0.000	-0.084	0.000	-1.071	0.000	GV	Cumple
N29/N30	21.43	0.000	-20.084	0.000	0.083	0.000	0.665	0.000	GV	Cumple

Perfiles de madera										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N6/N11	98.51	0.000	13.210	0.000	-7.935	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N10/N21	20.74	1.618	0.371	0.000	4.487	0.000	-3.630	0.000	GV	Cumple
N21/N11	89.09	12.813	-1.954	0.000	19.272	0.000	-22.994	0.000	GV	Cumple
N5/N12	98.51	0.000	13.210	0.000	-7.935	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N9/N22	20.74	1.618	0.371	0.000	4.487	0.000	-3.630	0.000	GV	Cumple
N22/N12	89.09	12.813	-1.954	0.000	19.272	0.000	-22.994	0.000	GV	Cumple
N4/N13	98.51	0.000	13.210	0.000	-7.935	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N8/N23	20.74	1.618	0.371	0.000	4.487	0.000	-3.630	0.000	GV	Cumple
N23/N13	89.09	12.813	-1.954	0.000	19.272	0.000	-22.994	0.000	GV	Cumple
N3/N14	98.51	0.000	13.210	0.000	-7.935	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N7/N26	20.74	1.618	0.371	0.000	4.487	0.000	-3.630	0.000	GV	Cumple
N26/N14	89.09	12.813	-1.954	0.000	19.272	0.000	-22.994	0.000	GV	Cumple
N2/N15	83.86	0.000	12.175	0.000	-6.754	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N1/N16	80.36	0.000	10.604	0.000	-6.473	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N25/N28	10.21	0.797	0.183	0.000	2.209	0.000	-0.880	0.000	GV	Cumple
N28/N15	81.18	11.500	-1.354	0.000	17.561	0.000	-19.507	0.000	GV	Cumple
N24/N30	27.48	2.144	0.491	0.000	5.944	0.000	-6.372	0.000	GV	Cumple

Perfiles de madera										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N30/N16	70.85	10.153	-1.788	0.000	15.326	0.000	-19.080	0.000	GV	Cumple

Comprobación de resistencia en situación de incendio

Perfiles de madera										
R. req.(1): R30										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N6/N11	30.91	0.000	2.693	0.000	-2.621	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N10/N21	5.95	1.618	0.129	0.000	1.517	0.000	-1.227	0.000	GV	Cumple
N21/N11	25.52	12.813	-0.632	0.000	6.506	0.000	-7.669	0.000	GV	Cumple
N5/N12	30.91	0.000	2.693	0.000	-2.621	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N9/N22	5.95	1.618	0.129	0.000	1.517	0.000	-1.227	0.000	GV	Cumple
N22/N12	25.52	12.813	-0.632	0.000	6.506	0.000	-7.669	0.000	GV	Cumple
N4/N13	30.91	0.000	2.693	0.000	-2.621	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N8/N23	5.95	1.618	0.129	0.000	1.517	0.000	-1.227	0.000	GV	Cumple
N23/N13	25.52	12.813	-0.632	0.000	6.506	0.000	-7.669	0.000	GV	Cumple
N3/N14	30.91	0.000	2.693	0.000	-2.621	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N7/N26	5.95	1.618	0.129	0.000	1.517	0.000	-1.227	0.000	GV	Cumple
N26/N14	25.52	12.813	-0.632	0.000	6.506	0.000	-7.669	0.000	GV	Cumple
N2/N15	26.36	0.000	2.487	0.000	-2.235	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N1/N16	24.99	0.000	2.171	0.000	-2.119	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N25/N28	2.93	0.797	0.063	0.000	0.747	0.000	-0.297	0.000	GV	Cumple
N28/N15	23.25	11.500	-0.434	0.000	5.928	0.000	-6.505	0.000	GV	Cumple
N24/N30	7.88	2.144	0.171	0.000	2.009	0.000	-2.154	0.000	GV	Cumple
N30/N16	20.29	10.153	-0.582	0.000	5.172	0.000	-6.368	0.000	GV	Cumple

Notas:
(1) Resistencia requerida (periodo de tiempo, expresado en minutos, durante el cual un elemento estructural debe mantener su capacidad portante).

2.3.2.2.- Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

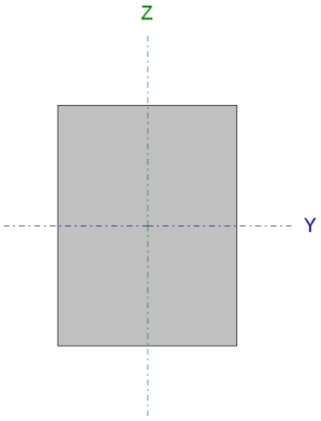
Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N6/N11	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.641 1.641	2.37 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.641 1.641	4.37 L/(>1000)
N10/N11	0.000 -	0.00 L/(>1000)	7.224 7.224	45.61 L/316.4	0.000 -	0.00 L/(>1000)	7.224 8.025	59.76 L/329.0
N5/N12	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.641 1.641	2.37 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.641 1.641	4.37 L/(>1000)
N9/N12	0.000 -	0.00 L/(>1000)	7.224 7.224	45.61 L/316.4	0.000 -	0.00 L/(>1000)	7.224 8.025	59.76 L/329.0
N4/N13	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.641 1.641	2.37 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.641 1.641	4.37 L/(>1000)
N8/N13	0.000 -	0.00 L/(>1000)	7.224 7.224	45.61 L/316.4	0.000 -	0.00 L/(>1000)	7.224 8.025	59.76 L/329.0
N3/N14	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.641 1.641	2.37 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.641 1.641	4.37 L/(>1000)
N7/N14	0.000 -	0.00 L/(>1000)	7.224 7.224	45.61 L/316.4	0.000 -	0.00 L/(>1000)	7.224 8.025	59.76 L/329.0
N2/N15	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.641 1.641	2.02 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.641 1.641	3.71 L/(>1000)
N1/N16	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.641 1.641	1.93 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	1.641 1.641	3.62 L/(>1000)
N17/N21	0.000 -	0.00 L/(>1000)	5.422 5.422	4.21 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	5.422 5.422	3.71 L/(>1000)
N18/N22	0.000 -	0.00 L/(>1000)	5.422 5.422	4.21 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	5.422 5.422	3.71 L/(>1000)
N19/N23	0.000 -	0.00 L/(>1000)	5.422 5.422	4.21 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	5.422 5.422	3.71 L/(>1000)
N25/N15	0.000 -	0.00 L/(>1000)	5.828 5.828	28.98 L/424.3	0.000 -	0.00 L/(>1000)	5.828 6.547	37.91 L/436.9
N24/N16	0.000 -	0.00 L/(>1000)	6.586 6.586	17.04 L/721.8	0.000 -	0.00 L/(>1000)	6.586 7.221	21.33 L/744.3
N20/N26	0.000 -	0.00 L/(>1000)	5.422 5.422	4.21 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	5.422 5.422	3.71 L/(>1000)
N27/N28	0.000 -	0.00 L/(>1000)	5.561 5.561	3.41 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	5.561 5.561	3.27 L/(>1000)
N29/N30	0.000 -	0.00 L/(>1000)	3.516 3.516	3.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	3.516 3.516	3.71 L/(>1000)

2.3.2.3.- Comprobaciones E.L.U.

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Barra N6/N11

Perfil: RV-260 (H:350/900) (Canto 350.0 / 900.0 mm)
Material: Madera (GL24h)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas(1)			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(2) (cm4)	I_z(2) (cm4)	I_t(3) (cm4)
N6	N11	3.500	910.00	92895.83	51263.33	111107.36

Notas:
(1) Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N6)
(2) Inercia respecto al eje indicado
(3) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	2.00	2.00	2.00	2.00
L_K	7.000	7.000	7.000	7.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Situación de incendio

Resistencia requerida: R30

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.2)

Se debe satisfacer:

η : ***0.145*** ✓

η : ***0.145*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM1+1.5·V2.

Donde:

$\sigma_{t,0,d}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$\sigma_{t,0,d}$: *14.52* kp/cm²

Donde:

$N_{t,0,d}$: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra — **$N_{t,0,d}$** : *13.210* t

A: Área de la sección transversal — **A** : *910.00* cm²

$f_{t,0,d}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$f_{t,0,d}$: *121.10* kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2) — k_{mod} : 0.90

k_h: Factor de altura, dado por: — k_h : 1.00

Para secciones de canto variable (Criterio de CYPE Ingenieros)

$f_{t,0,k}$: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra — $f_{t,0,k}$: 168.20 kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : 1.25

$k_{t,\alpha}$: Factor que tiene en cuenta el efecto de la redistribución de las tensiones debido a la tracción axial en el borde de una sección de canto variable (Criterio de CYPE Ingenieros)

$k_{t,\alpha,sup}$: 0.83

$k_{t,\alpha,inf}$: 0.83

Donde:

α: Ángulo que forma el borde de la sección con la fibra.

α_{sup} : 4.5 grados

α_{inf} : 4.5 grados

$f_{t,0,d}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: — $f_{t,0,d}$: 121.10 kp/cm²

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: — $f_{v,d}$: 19.82 kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2) — k_{mod} : 0.90

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante — $f_{v,k}$: 27.52 kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : 1.25

$f_{t,90,d}$: Resistencia de cálculo a tracción perpendicular a la fibra, dada por: — $f_{t,90,d}$: 2.94 kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2) — k_{mod} : 0.90

$f_{t,90,k}$: Resistencia característica a tracción perpendicular a la fibra. — $f_{t,90,k}$: 4.08 kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : 1.25

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

η : **0.128** ✓

η : **0.128** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

η : **0.190** ✓

η : **0.190** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

η : **0.314** ✓

η : **0.314** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·V1+0.75·N1.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d}$: *20.41* kp/cm²

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra $N_{c,0,d}$: *18.576* t

A: Área de la sección transversal **A** : *910.00* cm²

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $f_{c,0,d}$: *176.15* kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2) — k_{mod} : 0.90

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: 244.65 kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : 1.25

$k_{c,\alpha}$: Factor que tiene en cuenta el efecto de la redistribución de las tensiones debido a la compresión axial en el borde de una sección de canto variable (Criterio de CYPE Ingenieros)

$k_{c,\alpha,sup}$: 0.91

$k_{c,\alpha,inf}$: 0.91

Donde:

α: Ángulo que forma el borde de la sección con la fibra.

α_{sup} : 4.5 grados

α_{inf} : 4.5 grados

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: — $f_{c,0,d}$: 176.15 kp/cm²

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: — $f_{v,d}$: 19.82 kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2) — k_{mod} : 0.90

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante — $f_{v,k}$: 27.52 kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : 1.25

$f_{c,90,d}$: Resistencia de cálculo a compresión perpendicular a la fibra, dada por: — $f_{c,90,d}$: 19.82 kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2) — k_{mod} : 0.90

$f_{c,90,k}$: Resistencia característica a compresión perpendicular a la fibra — $f_{c,90,k}$: 27.52 kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : 1.25

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)

χ_c: Factor de inestabilidad, dado por:

$\chi_{c,y}$: 0.67

$\chi_{c,z}$: 0.41

Donde:

k_y : 1.16

k_z : 1.69

Donde:

β_c: Factor asociado a la rectitud de las piezas — β_c : 0.10

λ_{rel}: Esbeltez relativa, dada por:

$\lambda_{rel,y}$: 1.11

$\lambda_{rel,z}$: 1.50

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra — $E_{0,k}$: 95820.59 kp/cm²

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: 244.65 kp/cm²

λ: Esbeltez mecánica, dada por:

λ_y : 69.28

λ_z : 93.26

Donde:

L_k: Longitud de pandeo de la barra — $L_{k,y}$: 7000.00 mm; $L_{k,z}$: 7000.00 mm

i: Radio de giro — i_y : 101.04 mm; i_z : 75.06 mm

Resistencia a flexión en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

η : **0.552** ✓

η : **0.667** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.189 m del nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM1+1.5·V2.

Resistencia a vuelco lateral para flexión positiva:

η : **0.521** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.189 m del nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM1+1.5·V2.

Resistencia a vuelco lateral para flexión negativa:

η :	**0.432**	✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.189 m del nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·V1+0.75·N1.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:	$\sigma_{m,y,d}^{+}$:	*83.23*	kp/cm²
	$\sigma_{m,y,d}^{-}$:	*68.91*	kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo	$M_{y,d}^{+}$:	*17.367*	t·m
	$M_{y,d}^{-}$:	*14.378*	t·m
W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal	$W_{el,y}$:	*20866.02*	cm³
$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	$f_{m,y,d}$:	*176.15*	kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	k_{mod} :	*0.90*	

Donde:

Clase de duración de la carga	**Clase** :	*Corta duración*	
Clase de servicio	**Clase** :	*2*	
$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión	$f_{m,k}$:	*244.65*	kp/cm²
k_h: Factor de altura, dado por: Para secciones de canto variable (Criterio de CYPE Ingenieros)	k_h :	*1.00*	
γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_M :	*1.25*	

$k_{m,\alpha}$: Factor que tiene en cuenta el efecto de la redistribución de las tensiones debido a la flexión en el borde de una sección de canto variable

$k_{m,\alpha,sup}^{+}$: Para el borde superior en compresión (flexión positiva):	$k_{m,\alpha,sup}^{+}$:	*0.91*	
$k_{m,\alpha,inf}^{+}$: Para el borde inferior en tracción (flexión positiva):	$k_{m,\alpha,inf}^{+}$:	*0.71*	

$k_{m,\alpha,sup}^{-}$: Para el borde superior en tracción (flexión negativa): $k_{m,\alpha,sup}^{-}$: 0.71

$k_{m,\alpha,inf}^{-}$: Para el borde inferior en compresión (flexión negativa): $k_{m,\alpha,inf}^{-}$: 0.91

Donde:

α: Ángulo que forma el borde de la sección con la fibra. α_{sup} : 4.5 grados

α_{inf} : 4.5 grados

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión. $f_{m,y,d}$: 176.15 kp/cm²

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: $f_{v,d}$: 19.82 kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad k_{mod} : 0.90

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante $f_{v,k}$: 27.52 kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : 1.25

$f_{t,90,d}$: Resistencia de cálculo a tracción perpendicular a la fibra, dada por: $f_{t,90,d}$: 2.94 kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad k_{mod} : 0.90

$f_{t,90,k}$: Resistencia característica a tracción perpendicular a la fibra. $f_{t,90,k}$: 4.08 kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : 1.25

$f_{c,90,d}$: Resistencia de cálculo a compresión perpendicular a la fibra, dada por: $f_{c,90,d}$: 19.82 kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad k_{mod} : 0.90

$f_{c,90,k}$: Resistencia característica a compresión perpendicular a la fibra $f_{c,90,k}$: 27.52 kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : 1.25

Resistencia a vuelco lateral:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $\sigma_{m,y,d}^{+}$: 83.23 kp/cm²

$\sigma_{m,y,d}^{-}$: 68.91 kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo	**$M_{y,d}^+$** :	*17.367*	t·m
	$M_{y,d}^-$:	*14.378*	t·m
W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal	**$W_{el,y}$** :	*20866.02*	cm³
$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	**$f_{m,y,d}$** :	*176.15*	kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	**k_{mod}** :	*0.90*	

Donde:

Clase de duración de la carga	**Clase** :	*Corta duración*	
Clase de servicio	**Clase** :	*2*	
$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión	**$f_{m,k}$** :	*244.65*	kp/cm²
k_h: Factor de altura, dado por: Para secciones de canto variable (Criterio de CYPE Ingenieros)	**k_h** :	*1.00*	
γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material	**γ_M** :	*1.25*	

$k_{m,\alpha}$: Factor que tiene en cuenta el efecto de la redistribución de las tensiones debido a la flexión en el borde de una sección de canto variable

$k_{m,\alpha,sup}^+$: Para el borde superior en compresión (flexión positiva):	**$k_{m,\alpha,sup}^+$** :	*0.91*	
$k_{m,\alpha,inf}^+$: Para el borde inferior en tracción (flexión positiva):	**$k_{m,\alpha,inf}^+$** :	*0.71*	
$k_{m,\alpha,sup}^-$: Para el borde superior en tracción (flexión negativa):	**$k_{m,\alpha,sup}^-$** :	*0.71*	
$k_{m,\alpha,inf}^-$: Para el borde inferior en compresión (flexión negativa):	**$k_{m,\alpha,inf}^-$** :	*0.91*	

Donde:

α: Ángulo que forma el borde de la sección con la fibra.	**α_{sup}** :	*4.5*	grados
	α_{inf} :	*4.5*	grados
$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión.	**$f_{m,y,d}$** :	*176.15*	kp/cm²
$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:	**$f_{v,d}$** :	*19.82*	kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	k_{mod} :	*0.90*	
$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante	$f_{v,k}$:	*27.52*	kp/cm²
γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_M :	*1.25*	

$f_{t,90,d}$: Resistencia de cálculo a tracción perpendicular a la fibra, dada por: $f_{t,90,d}$: *2.94* kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	k_{mod} :	*0.90*	
$f_{t,90,k}$: Resistencia característica a tracción perpendicular a la fibra.	$f_{t,90,k}$:	*4.08*	kp/cm²
γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_M :	*1.25*	

$f_{c,90,d}$: Resistencia de cálculo a compresión perpendicular a la fibra, dada por: $f_{c,90,d}$: *19.82* kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	k_{mod} :	*0.90*	
$f_{c,90,k}$: Resistencia característica a compresión perpendicular a la fibra	$f_{c,90,k}$:	*27.52*	kp/cm²
γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_M :	*1.25*	

k_{crit}: Factor que tiene en cuenta la reducción de la resistencia a flexión debida al vuelco lateral, dado por: k_{crit} : *1.00*

Para

Donde:

$\lambda_{rel,m}$: Esbeltez relativa para vuelco lateral, dada por: $\lambda_{rel,m}$: *0.52*

Donde:

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión	$f_{m,k}$:	*244.65*	kp/cm²
W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal	$W_{el,y}$:	*20866.02*	cm³
M_{crit}: Momento crítico elástico a vuelco lateral por torsión, dado por:	$M_{crit,y}$:	*189.919*	t·m

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra	$E_{0,k}$:	*95820.59*	kp/cm²

$G_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de cortante paralelo a la fibra	$G_{0,k}$:	5988.79	kp/cm²
I: Momento de inercia	I_z :	101635.99	cm4
I_{tor}: Momento de inercia a torsión	I_{tor} :	307034.09	cm4
L_{ef}: Longitud eficaz de vuelco lateral	L_{ef} :	7000.00	mm

Resistencia a flexión en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a cortante en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a cortante en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

η : **0.985** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM1+1.5·V2.

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: $\tau_{z,d}$: 19.52 kp/cm²

Donde:

V_d: Cortante de cálculo	$V_{z,d}$:	7.935	t
A: Área de la sección transversal	A :	910.00	cm²
k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas	k_{cr} :	0.67	

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: $f_{v,d}$: 19.82 kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)	k_{mod} :	0.90	
$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante	$f_{v,k}$:	27.52	kp/cm²
γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_M :	1.25	

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.9)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a flexión esviada - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.7)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas

$\eta <$ ***0.001*** ✓

$\eta <$ ***0.001*** ✓

η : ***0.742*** ✓

η : ***0.543*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.970 m del nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM1+1.5·V2.

Donde:

$\sigma_{t,0,d}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{t,0,d}$: *7.76* kp/cm²

Donde:

$N_{t,0,d}$: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra $N_{t,0,d}$: *13.305* t

A: Área de la sección transversal **A** : *1714.84* cm²

$\sigma_{m,y,d}$: Tensión de cálculo a flexión respecto al eje y, dada por: $\sigma_{m,y,d,sup}$: *-82.92* kp/cm²

$\sigma_{m,y,d,inf}$: *82.92* kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo — $M_{y,d}$: 15.631 t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal — $W_{el,y}$: 18850.48 cm³

$\sigma_{m,z,d}$: Tensión de cálculo a flexión respecto al eje z, dada por: — $\sigma_{m,z,d}$: 0.00 kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo — $M_{z,d}$: 0.000 t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal — $W_{el,z}$: 7430.97 cm³

$f_{t,0,d}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: — $f_{t,0,d}$: 121.10 kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2) — k_{mod} : 0.90

k_h: Factor de altura, dado por: — k_h : 1.00

Para secciones de canto variable (Criterio de CYPE Ingenieros)

$f_{t,0,k}$: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra — $f_{t,0,k}$: 168.20 kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : 1.25

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: — $f_{m,y,d}$: 176.15 kp/cm²

$f_{m,z,d}$: 176.15 kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2) — k_{mod} : 0.90

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión — $f_{m,k}$: 244.65 kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: — $k_{h,y}$: 1.00

$k_{h,z}$: 1.00

Eje y:

Para secciones de canto variable (Criterio de CYPE Ingenieros)

Eje z:

Para secciones de canto variable (Criterio de CYPE Ingenieros)

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : 1.25

$k_{m,\alpha}$: Factor que tiene en cuenta el efecto de la redistribución de las tensiones debido a la flexión en el borde de una sección de canto variable

$k_{m,\alpha,sup}^{+}$: Para el borde superior en compresión (flexión positiva): $k_{m,\alpha,sup}^{+}$: *0.91*

$k_{m,\alpha,inf}^{+}$: Para el borde inferior en tracción (flexión positiva): $k_{m,\alpha,inf}^{+}$: *0.71*

$k_{m,\alpha,sup}^{-}$: Para el borde superior en tracción (flexión negativa): $k_{m,\alpha,sup}^{-}$: *0.71*

$k_{m,\alpha,inf}^{-}$: Para el borde inferior en compresión (flexión negativa): $k_{m,\alpha,inf}^{-}$: *0.91*

Donde:

α: Ángulo que forma el borde de la sección con la fibra. α_{sup} : *4.5* grados

α_{inf} : *4.5* grados

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: $f_{m,y,d}$: *176.15* kp/cm²

$f_{m,z,d}$: *176.15* kp/cm²

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: $f_{v,d}$: *19.82* kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad k_{mod} : *0.90*

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante $f_{v,k}$: *27.52* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

$f_{t,90,d}$: Resistencia de cálculo a tracción perpendicular a la fibra, dada por: $f_{t,90,d}$: *2.94* kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad k_{mod} : *0.90*

$f_{t,90,k}$: Resistencia característica a tracción perpendicular a la fibra. $f_{t,90,k}$: *4.08* kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : *1.25*

$f_{c,90,d}$: Resistencia de cálculo a compresión perpendicular a la fibra, dada por: $f_{c,90,d}$: *19.82* kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad — k_{mod} : 0.90

$f_{c,90,k}$: Resistencia característica a compresión perpendicular a la fibra — $f_{c,90,k}$: 27.52 kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : 1.25

$k_{t,\alpha}$: Factor que tiene en cuenta el efecto de la redistribución de las tensiones debido a la tracción axial en el borde de una sección de canto variable (Criterio de CYPE Ingenieros)

$k_{t,\alpha,sup}$: 0.83

$k_{t,\alpha,inf}$: 0.83

Donde:

α: Ángulo que forma el borde de la sección con la fibra.

α_{sup} : 4.5 grados

α_{inf} : 4.5 grados

$f_{t,0,d}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: — $f_{t,0,d}$: 121.10 kp/cm²

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: — $f_{v,d}$: 19.82 kp/cm²

$f_{t,90,d}$: Resistencia de cálculo a tracción perpendicular a la fibra, dada por: — $f_{t,90,d}$: 2.94 kp/cm²

k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal — k_m : 0.70

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.859 m del nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·V1+0.75·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$\eta <$ **0.001** ✓

$\eta <$ **0.001** ✓

η : **0.433** ✓

η : **0.304** ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$\eta <$ **0.001** ✓

$\eta <$ **0.001** ✓

η : **0.501** ✓

η : **0.469** ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral, ya que la esbeltez relativa (0.50) es inferior a 0.75.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d}$: *11.04* kp/cm²

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra $N_{c,0,d}$: *18.427* t

A: Área de la sección transversal **A** : *1669.72* cm²

$\sigma_{m,y,d}$: Tensión de cálculo a flexión respecto al eje y, dada por: $\sigma_{m,y,d,sup}$: *-68.35* kp/cm²

$\sigma_{m,y,d,inf}$: *68.35* kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo $M_{y,d}$: *-12.216* t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal $W_{el,y}$: *17871.48* cm³

$\sigma_{m,z,d}$: Tensión de cálculo a flexión respecto al eje z, dada por: $\sigma_{m,z,d}$: *0.00* kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo $M_{z,d}$: *0.000* t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal $W_{el,z}$: *7235.43* cm³

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $f_{c,0,d}$: *176.15* kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2) — k_{mod} : 0.90

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: 244.65 kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : 1.25

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: — $f_{m,y,d}$: 176.15 kp/cm²

$f_{m,z,d}$: 176.15 kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2) — k_{mod} : 0.90

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión — $f_{m,k}$: 244.65 kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: — $k_{h,y}$: 1.00

$k_{h,z}$: 1.00

Eje y:

Para secciones de canto variable (Criterio de CYPE Ingenieros)

Eje z:

Para secciones de canto variable (Criterio de CYPE Ingenieros)

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : 1.25

$k_{m,\alpha}$: Factor que tiene en cuenta el efecto de la redistribución de las tensiones debido a la flexión en el borde de una sección de canto variable

$k_{m,\alpha,sup}^{+}$: Para el borde superior en compresión (flexión positiva): — $k_{m,\alpha,sup}^{+}$: 0.91

$k_{m,\alpha,inf}^{+}$: Para el borde inferior en tracción (flexión positiva): — $k_{m,\alpha,inf}^{+}$: 0.71

$k_{m,\alpha,sup}^{-}$: Para el borde superior en tracción (flexión negativa): — $k_{m,\alpha,sup}^{-}$: 0.71

$k_{m,\alpha,inf}^{-}$: Para el borde inferior en compresión (flexión negativa): $k_{m,\alpha,inf}^{-}$: 0.91

Donde:

α: Ángulo que forma el borde de la sección con la fibra. α_{sup} : 4.5 grados

α_{inf} : 4.5 grados

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: $f_{m,y,d}$: 176.15 kp/cm²

$f_{m,z,d}$: 176.15 kp/cm²

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: $f_{v,d}$: 19.82 kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad k_{mod} : 0.90

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante $f_{v,k}$: 27.52 kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : 1.25

$f_{t,90,d}$: Resistencia de cálculo a tracción perpendicular a la fibra, dada por: $f_{t,90,d}$: 2.94 kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad k_{mod} : 0.90

$f_{t,90,k}$: Resistencia característica a tracción perpendicular a la fibra. $f_{t,90,k}$: 4.08 kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : 1.25

$f_{c,90,d}$: Resistencia de cálculo a compresión perpendicular a la fibra, dada por: $f_{c,90,d}$: 19.82 kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad k_{mod} : 0.90

$f_{c,90,k}$: Resistencia característica a compresión perpendicular a la fibra $f_{c,90,k}$: 27.52 kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : 1.25

$k_{c,\alpha}$: Factor que tiene en cuenta el efecto de la redistribución de las tensiones debido a la compresión axial en el borde de una sección de canto variable (Criterio de CYPE Ingenieros) $k_{c,\alpha,sup}$: 0.91

$k_{c,\alpha,inf}$: 0.91

Donde:

α: Ángulo que forma el borde de la sección con la fibra. α_{sup} : 4.5 grados

α_{inf} : 4.5 grados

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $f_{c,0,d}$: 176.15 kp/cm²

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: $f_{v,d}$: 19.82 kp/cm²

$f_{c,90,d}$: Resistencia de cálculo a compresión perpendicular a la fibra, dada por: $f_{c,90,d}$: 19.82 kp/cm²

k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal k_m : 0.70

χ_c: Factor de inestabilidad

$\chi_{c,y}$: 0.95

$\chi_{c,z}$: 0.41

Resistencia a cortante y torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.2)

Se debe satisfacer:

η : **0.028** ✓

η : **0.028** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V2.

Donde:

$\sigma_{t,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{t,0,d,fi}$: 4.49 kp/cm²

Donde:

$N_{t,0,d}$: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra $N_{t,0,d}$: 2.693 t

A_{fi}: Área de la sección transversal A_{fi} : 599.76 cm²

$f_{t,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: $f_{t,0,d,fi}$: 193.43 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad — $k_{mod,fi}$: 1.00

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por: — $k_{h,fi}$: 1.00

Para secciones de canto variable (Criterio de CYPE Ingenieros)

$f_{t,0,k}$: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra — $f_{t,0,k}$: 168.20 kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material — $\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : 1.15

$k_{t,\alpha,fi}$: Factor que tiene en cuenta el efecto de la redistribución de las tensiones debido a la tracción axial en el borde de una sección de canto variable (Criterio de CYPE Ingenieros) — $k_{t,\alpha,sup,fi}$: 0.83 — $k_{t,\alpha,inf,fi}$: 0.83

Donde:

α_{fi}: Ángulo que forma el borde de la sección con la fibra. — $\alpha_{sup,fi}$: 4.5 grados — $\alpha_{inf,fi}$: 4.5 grados

$f_{t,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: — $f_{t,0,d,fi}$: 193.43 kp/cm²

$f_{v,d,fi}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: — $f_{v,d,fi}$: 31.65 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad — $k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante — $f_{v,k}$: 27.52 kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material — $\gamma_{M,fi}$: 1.00

$f_{t,90,d,fi}$: Resistencia de cálculo a tracción perpendicular a la fibra, dada por: — $f_{t,90,d,fi}$: 4.69 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad — $k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{t,90,k}$: Resistencia característica a tracción perpendicular a la fibra. — $f_{t,90,k}$: 4.08 kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material — $\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : 1.15

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

η : ***0.042*** ✓

η : ***0.042*** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

η : ***0.083*** ✓

η : ***0.083*** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

η : ***0.163*** ✓

η : ***0.163*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V1.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d,fi}$: *10.70* kp/cm²

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra $N_{c,0,d,fi}$: *6.420* t

A_{fi}: Área de la sección transversal A_{fi} : *599.76* cm²

$f_{c,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $f_{c,0,d,fi}$: *281.35* kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	$k_{mod,fi}$:	1.00	
$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra	$f_{c,0,k}$:	244.65	kp/cm²
$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material	$\gamma_{M,fi}$:	1.00	
k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} :	1.15	
$k_{c,\alpha,fi}$: Factor que tiene en cuenta el efecto de la redistribución de las tensiones debido a la compresión axial en el borde de una sección de canto variable (Criterio de CYPE Ingenieros)	$k_{c,\alpha,sup,fi}$:	0.91	
	$k_{c,\alpha,inf,fi}$:	0.91	

Donde:

α_{fi}: Ángulo que forma el borde de la sección con la fibra.	$\alpha_{sup,fi}$:	4.5	grados
	$\alpha_{inf,fi}$:	4.5	grados
$f_{c,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:	$f_{c,0,d,fi}$:	281.35	kp/cm²
$f_{v,d,fi}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:	$f_{v,d,fi}$:	31.65	kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	$k_{mod,fi}$:	1.00	
$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante	$f_{v,k}$:	27.52	kp/cm²
$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material	$\gamma_{M,fi}$:	1.00	
k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} :	1.15	
$f_{c,90,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión perpendicular a la fibra, dada por:	$f_{c,90,d,fi}$:	31.65	kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	$k_{mod,fi}$:	1.00	
$f_{c,90,k}$: Resistencia característica a compresión perpendicular a la fibra	$f_{c,90,k}$:	27.52	kp/cm²
$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material	$\gamma_{M,fi}$:	1.00	
k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} :	1.15	

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)

$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad, dado por:

$\chi_{c,y,fi}$:	0.51	
$\chi_{c,z,fi}$:	0.26	

Donde:

$k_{y,fi}$:	1.43	
$k_{z,fi}$:	2.41	

Donde:

β_c: Factor asociado a la rectitud de las piezas

$\lambda_{rel,fi}$: Esbeltez relativa, dada por:

β_c :	0.10	
$\lambda_{rel,y,fi}$:	1.33	
$\lambda_{rel,z,fi}$:	1.91	

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

λ_{fi}: Esbeltez mecánica, dada por:

$E_{0,k}$:	95820.59	kp/cm²
$f_{c,0,k}$:	244.65	kp/cm²
k_{fi} :	1.15	
$\lambda_{y,fi}$:	82.48	
$\lambda_{z,fi}$:	118.87	

Donde:

L_k: Longitud de pandeo de la barra

i_{fi}: Radio de giro

$L_{k,y}$:	7000.00	mm
$L_{k,z}$:	7000.00	mm
$i_{y,fi}$:	84.87	mm
$i_{z,fi}$:	58.89	mm

Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

η : **0.175** ✓

η : **0.209** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.859 m del nudo N6, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V2.

Resistencia a vuelco lateral para flexión positiva:

η : **0.164** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.859 m del nudo N6, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V2.

Resistencia a vuelco lateral para flexión negativa:

η : **0.137** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.859 m del nudo N6, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V1.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d,fi}^{+}$:	*41.71*	kp/cm²
$\sigma_{m,y,d,fi}^{-}$:	*34.87*	kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^{+}$:	*4.873*	t·m
$M_{y,d}^{-}$:	*4.074*	t·m

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y,fi}$:	*11683.37*	cm³

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d,fi}$:	*281.35*	kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$k_{mod,fi}$:	*1.00*	

Donde:

Clase de duración de la carga	**Clase** :	*Corta duración*	
Clase de servicio	**Clase** :	*2*	
$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión	$f_{m,k}$:	*244.65*	kp/cm²
$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por: Para secciones de canto variable (Criterio de CYPE Ingenieros)	$k_{h,fi}$:	*1.00*	

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$:	*1.00*	

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : 1.15

$k_{m,\alpha,fi}$: Factor que tiene en cuenta el efecto de la redistribución de las tensiones debido a la flexión en el borde de una sección de canto variable

$k_{m,\alpha,sup,fi}^{+}$: Para el borde superior en compresión (flexión positiva): — $k_{m,\alpha,sup,fi}^{+}$: 0.91

$k_{m,\alpha,inf,fi}^{+}$: Para el borde inferior en tracción (flexión positiva): — $k_{m,\alpha,inf,fi}^{+}$: 0.71

$k_{m,\alpha,sup,fi}^{-}$: Para el borde superior en tracción (flexión negativa): — $k_{m,\alpha,sup,fi}^{-}$: 0.71

$k_{m,\alpha,inf,fi}^{-}$: Para el borde inferior en compresión (flexión negativa): — $k_{m,\alpha,inf,fi}^{-}$: 0.91

Donde:

α_{fi}: Ángulo que forma el borde de la sección con la fibra. — $\alpha_{sup,fi}$: 4.5 grados; $\alpha_{inf,fi}$: 4.5 grados

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión. — $f_{m,y,d,fi}$: 281.35 kp/cm²

$f_{v,d,fi}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: — $f_{v,d,fi}$: 31.65 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad — $k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante — $f_{v,k}$: 27.52 kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material — $\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : 1.15

$f_{t,90,d,fi}$: Resistencia de cálculo a tracción perpendicular a la fibra, dada por: — $f_{t,90,d,fi}$: 4.69 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad — $k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{t,90,k}$: Resistencia característica a tracción perpendicular a la fibra. — $f_{t,90,k}$: 4.08 kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material — $\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : 1.15

$f_{c,90,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión perpendicular a la fibra, dada por: — $f_{c,90,d,fi}$: 31.65 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad — $k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{c,90,k}$: Resistencia característica a compresión perpendicular a la fibra — $f_{c,90,k}$: 27.52 kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material — $\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : 1.15

Resistencia a vuelco lateral:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d,fi}^{+}$: 41.71 kp/cm²

$\sigma_{m,y,d,fi}^{-}$: 34.87 kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo — $M_{y,d}^{+}$: 4.873 t·m

$M_{y,d}^{-}$: 4.074 t·m

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal — $W_{el,y,fi}$: 11683.37 cm³

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: — $f_{m,y,d,fi}$: 281.35 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad — $k_{mod,fi}$: 1.00

Donde:

Clase de duración de la carga — **Clase** : Corta duración

Clase de servicio — **Clase** : 2

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión — $f_{m,k}$: 244.65 kp/cm²

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por: — $k_{h,fi}$: 1.00

Para secciones de canto variable (Criterio de CYPE Ingenieros)

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material — $\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : 1.15

$k_{m,\alpha,fi}$: Factor que tiene en cuenta el efecto de la redistribución de las tensiones debido a la flexión en el borde de una sección de canto variable

$k_{m,\alpha,sup,fi}^{+}$: Para el borde superior en compresión (flexión positiva): — $k_{m,\alpha,sup,fi}^{+}$: 0.91

$k_{m,\alpha,inf,fi}^{+}$: Para el borde inferior en tracción (flexión positiva): $k_{m,\alpha,inf,fi}^{+}$: 0.71

$k_{m,\alpha,sup,fi}^{-}$: Para el borde superior en tracción (flexión negativa): $k_{m,\alpha,sup,fi}^{-}$: 0.71

$k_{m,\alpha,inf,fi}^{-}$: Para el borde inferior en compresión (flexión negativa): $k_{m,\alpha,inf,fi}^{-}$: 0.91

Donde:

α_{fi}: Ángulo que forma el borde de la sección con la fibra.

$\alpha_{sup,fi}$: 4.5 grados

$\alpha_{inf,fi}$: 4.5 grados

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión. $f_{m,y,d,fi}$: 281.35 kp/cm²

$f_{v,d,fi}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: $f_{v,d,fi}$: 31.65 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad $k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante $f_{v,k}$: 27.52 kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material $\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio k_{fi} : 1.15

$f_{t,90,d,fi}$: Resistencia de cálculo a tracción perpendicular a la fibra, dada por: $f_{t,90,d,fi}$: 4.69 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad $k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{t,90,k}$: Resistencia característica a tracción perpendicular a la fibra. $f_{t,90,k}$: 4.08 kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material $\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio k_{fi} : 1.15

$f_{c,90,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión perpendicular a la fibra, dada por: $f_{c,90,d,fi}$: 31.65 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	$k_{mod,fi}$:	1.00	
$f_{c,90,k}$: Resistencia característica a compresión perpendicular a la fibra	$f_{c,90,k}$:	27.52	kp/cm²
$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material	$\gamma_{M,fi}$:	1.00	
k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} :	1.15	
$k_{crit,fi}$: Factor que tiene en cuenta la reducción de la resistencia a flexión debida al vuelco lateral, dado por:	$k_{crit,fi}$:	1.00	

Para

Donde:

$\lambda_{rel,m,fi}$: Esbeltez relativa para vuelco lateral, dada por:	$\lambda_{rel,m,fi}$:	0.60	

Donde:

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión	$f_{m,k}$:	244.65	kp/cm²
$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal	$W_{el,y,fi}$:	11683.37	cm³
k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} :	1.15	
$M_{crit,fi}$: Momento crítico elástico a vuelco lateral por torsión, dado por:	$M_{crit,y,fi}$:	90.342	t·m

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra	$E_{0,k}$:	95820.59	kp/cm²
$G_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de cortante paralelo a la fibra	$G_{0,k}$:	5988.79	kp/cm²
k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} :	1.15	
I_{fi}: Momento de inercia	$I_{z,fi}$:	41471.89	cm4
$I_{tor,fi}$: Momento de inercia a torsión	$I_{tor,fi}$:	128745.19	cm4
L_{ef}: Longitud eficaz de vuelco lateral	L_{ef} :	7000.00	mm

Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.309*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V2.

Donde:

$\tau_{d,fi}$: Tensión de cálculo a cortante, dada por: $\tau_{z,d,fi}$: *9.78* kp/cm²

Donde:

V_d: Cortante de cálculo $V_{z,d}$: *2.621* t

A_{fi}: Área de la sección transversal A_{fi} : *599.76* cm²

k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas k_{cr} : *0.67*

$f_{v,d,fi}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: $f_{v,d,fi}$: *31.65* kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad $k_{mod,fi}$: *1.00*

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante $f_{v,k}$: *27.52* kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material $\gamma_{M,fi}$: *1.00*

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio k_{fi} : *1.15*

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.9)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.7)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas

$\eta <$ **0.001** ✓

$\eta <$ **0.001** ✓

η : **0.224** ✓

η : **0.161** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.749 m del nudo N6, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V2.

Donde:

$\sigma_{t,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{t,0,d,fi}$: 2.41 kp/cm²

Donde:

$N_{t,0,d}$: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra $N_{t,0,d}$: 2.794 t

A_{fi}: Área de la sección transversal A_{fi} : 1160.44 cm²

$\sigma_{m,y,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión respecto al eje y, dada por: $\sigma_{m,y,d,sup,fi}$: -41.67 kp/cm²

$\sigma_{m,y,d,inf,fi}$: 41.67 kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo $M_{y,d}$: 4.584 t·m

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal $W_{el,y,fi}$: 11001.79 cm³

$\sigma_{m,z,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión respecto al eje z, dada por: $\sigma_{m,z,d,fi}$: 0.00 kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo $M_{z,d}$: 0.000 t·m

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal $W_{el,z,fi}$: 3945.49 cm³

$f_{t,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: $f_{t,0,d,fi}$: 193.43 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad — $k_{mod,fi}$: 1.00

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por: — $k_{h,fi}$: 1.00

Para secciones de canto variable (Criterio de CYPE Ingenieros)

$f_{t,0,k}$: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra — $f_{t,0,k}$: 168.20 kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material — $\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : 1.15

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: — $f_{m,y,d,fi}$: 281.35 kp/cm²

$f_{m,z,d,fi}$: 281.35 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad — $k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión — $f_{m,k}$: 244.65 kp/cm²

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$k_{h,y,fi}$: 1.00

$k_{h,z,fi}$: 1.00

Eje y:

Para secciones de canto variable (Criterio de CYPE Ingenieros)

Eje z:

Para secciones de canto variable (Criterio de CYPE Ingenieros)

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material — $\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : 1.15

$k_{m,\alpha}$: Factor que tiene en cuenta el efecto de la redistribución de las tensiones debido a la flexión en el borde de una sección de canto variable

$k_{m,\alpha,sup,fi}^{+}$: Para el borde superior en compresión (flexión positiva): — $k_{m,\alpha,sup,fi}^{+}$: 0.91

$k_{m,\alpha,inf,fi}^{+}$: Para el borde inferior en tracción (flexión positiva): — $k_{m,\alpha,inf,fi}^{+}$: 0.71

$k_{m,\alpha,sup,fi}^{-}$: Para el borde superior en tracción (flexión negativa): $k_{m,\alpha,sup,fi}^{-}$: 0.71

$k_{m,\alpha,inf,fi}^{-}$: Para el borde inferior en compresión (flexión negativa): $k_{m,\alpha,inf,fi}^{-}$: 0.91

Donde:

α_{fi}: Ángulo que forma el borde de la sección con la fibra.

$\alpha_{sup,fi}$:	4.5	grados
$\alpha_{inf,fi}$:	4.5	grados
$f_{m,y,d,fi}$:	281.35	kp/cm²
$f_{m,z,d,fi}$:	281.35	kp/cm²
$f_{v,d,fi}$:	31.65	kp/cm²

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{v,d,fi}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	$k_{mod,fi}$:	1.00
$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante	$f_{v,k}$:	27.52 kp/cm²
$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material	$\gamma_{M,fi}$:	1.00
k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} :	1.15

$f_{t,90,d,fi}$: Resistencia de cálculo a tracción perpendicular a la fibra, dada por: $f_{t,90,d,fi}$: 4.69 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	$k_{mod,fi}$:	1.00
$f_{t,90,k}$: Resistencia característica a tracción perpendicular a la fibra.	$f_{t,90,k}$:	4.08 kp/cm²
$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material	$\gamma_{M,fi}$:	1.00
k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} :	1.15

$f_{c,90,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión perpendicular a la fibra, dada por: $f_{c,90,d,fi}$: 31.65 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	$k_{mod,fi}$:	1.00
$f_{c,90,k}$: Resistencia característica a compresión perpendicular a la fibra	$f_{c,90,k}$:	27.52 kp/cm²
$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material	$\gamma_{M,fi}$:	1.00
k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} :	1.15

$k_{t,\alpha,fi}$: Factor que tiene en cuenta el efecto de la redistribución de las tensiones debido a la tracción axial en el borde de una sección de canto variable (Criterio de CYPE Ingenieros)

$k_{t,\alpha,sup,fi}$: 0.83

$k_{t,\alpha,inf,fi}$: 0.83

Donde:

α_{fi}: Ángulo que forma el borde de la sección con la fibra.

$\alpha_{sup,fi}$: 4.5 grados

$\alpha_{inf,fi}$: 4.5 grados

$f_{t,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: $f_{t,0,d,fi}$: 193.43 kp/cm²

$f_{v,d,fi}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: $f_{v,d,fi}$: 31.65 kp/cm²

$f_{t,90,d,fi}$: Resistencia de cálculo a tracción perpendicular a la fibra, dada por: $f_{t,90,d,fi}$: 4.69 kp/cm²

k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal k_m : 0.70

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.766 m del nudo N6, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$\eta <$ **0.001** ✓

$\eta <$ **0.001** ✓

η : **0.114** ✓

η : **0.080** ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$\eta <$ **0.001** ✓

η : **0.014** ✓

η : **0.149** ✓

η : **0.194** ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral, ya que la esbeltez relativa (0.52) es inferior a 0.75.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d,fi}$: 7.55 kp/cm²

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra $N_{c,0,d,fi}$: 6.383 t

A_{fi}: Área de la sección transversal A_{fi} : 845.17 cm²

$\sigma_{m,y,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión respecto al eje y, dada por: $\sigma_{m,y,d,sup,fi}$: -28.74 kp/cm²

$\sigma_{m,y,d,inf,fi}$: 28.74 kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo $M_{y,d}$: -1.677 t·m

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal $W_{el,y,fi}$: 5835.91 cm³

$\sigma_{m,z,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión respecto al eje z, dada por: $\sigma_{m,z,d,fi}$: 0.00 kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo $M_{z,d}$: 0.000 t·m

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal $W_{el,z,fi}$: 2873.58 cm³

$f_{c,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $f_{c,0,d,fi}$: 281.35 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad $k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra $f_{c,0,k}$: 244.65 kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material — $\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : 1.15

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d,fi}$: 281.35 kp/cm²

$f_{m,z,d,fi}$: 281.35 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad — $k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión — $f_{m,k}$: 244.65 kp/cm²

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$k_{h,y,fi}$: 1.00

$k_{h,z,fi}$: 1.00

Eje y:

Para secciones de canto variable (Criterio de CYPE Ingenieros)

Eje z:

Para secciones de canto variable (Criterio de CYPE Ingenieros)

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material — $\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : 1.15

$k_{m,\alpha}$: Factor que tiene en cuenta el efecto de la redistribución de las tensiones debido a la flexión en el borde de una sección de canto variable

$k_{m,\alpha,sup,fi}^{+}$: Para el borde superior en compresión (flexión positiva): — $k_{m,\alpha,sup,fi}^{+}$: 0.91

$k_{m,\alpha,inf,fi}^{+}$: Para el borde inferior en tracción (flexión positiva): — $k_{m,\alpha,inf,fi}^{+}$: 0.71

$k_{m,\alpha,sup,fi}^{-}$: Para el borde superior en tracción (flexión negativa): — $k_{m,\alpha,sup,fi}^{-}$: 0.71

$k_{m,\alpha,inf,fi}^{-}$: Para el borde inferior en compresión (flexión negativa): — $k_{m,\alpha,inf,fi}^{-}$: 0.91

Donde:

α_{fi}: Ángulo que forma el borde de la sección con la fibra.

$\alpha_{sup,fi}$:	4.5	grados
$\alpha_{inf,fi}$:	4.5	grados

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d,fi}$:	281.35	kp/cm²
$f_{m,z,d,fi}$:	281.35	kp/cm²

$f_{v,d,fi}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$f_{v,d,fi}$:	31.65	kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$k_{mod,fi}$:	1.00	

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

$f_{v,k}$:	27.52	kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$:	1.00	

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} :	1.15	

$f_{t,90,d,fi}$: Resistencia de cálculo a tracción perpendicular a la fibra, dada por:

$f_{t,90,d,fi}$:	4.69	kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$k_{mod,fi}$:	1.00	

$f_{t,90,k}$: Resistencia característica a tracción perpendicular a la fibra.

$f_{t,90,k}$:	4.08	kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$:	1.00	

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} :	1.15	

$f_{c,90,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión perpendicular a la fibra, dada por:

$f_{c,90,d,fi}$:	31.65	kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$k_{mod,fi}$:	1.00	

$f_{c,90,k}$: Resistencia característica a compresión perpendicular a la fibra

$f_{c,90,k}$:	27.52	kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$:	1.00	

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} :	1.15	

$k_{c,\alpha,fi}$: Factor que tiene en cuenta el efecto de la redistribución de las tensiones debido a la compresión axial en el borde de una sección de canto variable (Criterio de CYPE Ingenieros)

$k_{c,\alpha,sup,fi}$:	0.91	
$k_{c,\alpha,inf,fi}$:	0.91	

Donde:

α_{fi}: Ángulo que forma el borde de la sección con la fibra.

$\alpha_{sup,fi}$:	4.5	grados
$\alpha_{inf,fi}$:	4.5	grados

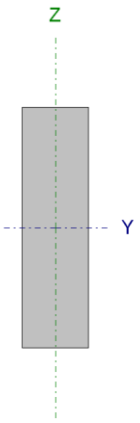
$f_{c,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:	$f_{c,0,d,fi}$:	281.35	kp/cm²
$f_{v,d,fi}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:	$f_{v,d,fi}$:	31.65	kp/cm²
$f_{c,90,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión perpendicular a la fibra, dada por:	$f_{c,90,d,fi}$:	31.65	kp/cm²
k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal	k_m :	0.70	
$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad	$\chi_{c,y,fi}$:	0.81	
	$\chi_{c,z,fi}$:	0.26	

Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Barra N21/N11

Perfil: V-940x260
Material: Madera (GL24h)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N21	N11	12.813	2444.00	1799598.67	137678.67	452814.54

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.55	1.00	1.00	1.00
L_K	7.000	12.813	12.813	12.813
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Situación de incendio

Resistencia requerida: R30

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.2)

Se debe satisfacer:

η : ***0.018*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·V2+0.75·N1.

Donde:

$\sigma_{t,0,d}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{t,0,d}$: *2.22* kp/cm²

Donde:

$N_{t,0,d}$: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra $N_{t,0,d}$: *5.421* t

A: Área de la sección transversal **A** : *2444.00* cm²

$f_{t,0,d}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: $f_{t,0,d}$: *121.10* kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2) k_{mod} : *0.90*

k_h: Factor de altura, dado por: k_h : 1.00

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada superiores o iguales 600 mm:

$f_{t,0,k}$: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra $f_{t,0,k}$: 168.20 kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : 1.25

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

η : **0.011** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

η : **0.012** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

η : **0.028** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·V1+0.75·N1.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d}$: 2.00 kp/cm²

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra $N_{c,0,d}$: 4.891 t

A: Área de la sección transversal **A** : 2444.00 cm²

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $f_{c,0,d}$: 176.15 kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2) — k_{mod} : 0.90

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: 244.65 kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : 1.25

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)

χ_c: Factor de inestabilidad, dado por:

$\chi_{c,y}$: 0.91

$\chi_{c,z}$: 0.41

Donde:

k_y : 0.81

k_z : 1.69

Donde:

β_c: Factor asociado a la rectitud de las piezas — β_c : 0.10

λ_{rel}: Esbeltez relativa, dada por:

$\lambda_{rel,y}$: 0.76

$\lambda_{rel,z}$: 1.50

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra — $E_{0,k}$: 95820.59 kp/cm²

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: 244.65 kp/cm²

λ: Esbeltez mecánica, dada por:

λ_y : 47.22

λ_z : 93.26

Donde:

L_k: Longitud de pandeo de la barra — $L_{k,y}$: 12812.55 mm; $L_{k,z}$: 7000.00 mm

i: Radio de giro — i_y : 271.35 mm; i_z : 75.06 mm

Resistencia a flexión en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

η : **0.651** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.605 m del nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·V1+0.75·N1.

Resistencia a vuelco lateral para flexión positiva:

η : **0.678** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.605 m del nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·V1+0.75·N1.

Resistencia a vuelco lateral para flexión negativa:

η : **0.421** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.605 m del nudo N21, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM1+1.5·V2.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}^{+}$:	*114.65*	kp/cm²
$\sigma_{m,y,d}^{-}$:	*71.28*	kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^{+}$:	*43.899*	t·m
$M_{y,d}^{-}$:	*27.293*	t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$:	*38289.33*	cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d}$:	*176.15*	kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

k_{mod} :	*0.90*	

Donde:

Clase de duración de la carga	**Clase** :	*Corta duración*
Clase de servicio	**Clase** :	*2*
$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión	$f_{m,k}$:	*244.65* kp/cm²
k_h: Factor de altura, dado por:	k_h :	*1.00*

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada superiores o iguales 600 mm:

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : 1.25

Resistencia a vuelco lateral:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}^{+}$: 114.65 kp/cm²

$\sigma_{m,y,d}^{-}$: 71.28 kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^{+}$: 43.899 t·m

$M_{y,d}^{-}$: 27.293 t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal — $W_{el,y}$: 38289.33 cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: — $f_{m,y,d}$: 176.15 kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad — k_{mod} : 0.90

Donde:

Clase de duración de la carga — **Clase** : Corta duración

Clase de servicio — **Clase** : 2

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión — $f_{m,k}$: 244.65 kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: — k_h : 1.00

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada superiores o iguales 600 mm:

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : 1.25

k_{crit}: Factor que tiene en cuenta la reducción de la resistencia a flexión debida al vuelco lateral, dado por: — k_{crit} : 0.96

Para

Donde:

$\lambda_{rel,m}$: Esbeltez relativa para vuelco lateral, dada por: — $\lambda_{rel,m}$: 0.80

Donde:

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión — $f_{m,k}$: 244.65 kp/cm²

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal	$W_{el,y}$:	*38289.33*	cm³
M_{crit}: Momento crítico elástico a vuelco lateral por torsión, dado por:	$M_{crit,y}$:	*146.658*	t·m

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra	$E_{0,k}$:	*95820.59*	kp/cm²
$G_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de cortante paralelo a la fibra	$G_{0,k}$:	*5988.79*	kp/cm²
I: Momento de inercia	I_z :	*137678.67*	cm4
I_{tor}: Momento de inercia a torsión	I_{tor} :	*452814.54*	cm4
L_{ef}: Longitud eficaz de vuelco lateral	L_{ef} :	*12812.55*	mm

Resistencia a flexión en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a cortante en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a cortante en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.891*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·V1+0.75·N1.

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por:	$\tau_{z,d}$:	*17.65*	kp/cm²

Donde:

V_d: Cortante de cálculo	$V_{z,d}$:	19.272	t
A: Área de la sección transversal	A :	2444.00	cm²
k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas	k_{cr} :	0.67	
$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:	$f_{v,d}$:	19.82	kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)	k_{mod} :	0.90	
$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante	$f_{v,k}$:	27.52	kp/cm²
γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_M :	1.25	

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.9)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a flexión esviada - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.7)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas

η : **0.455** ✓

η : **0.319** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 7.207 m del nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·N1.

Donde:

$\sigma_{t,0,d}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:	$\sigma_{t,0,d}$:	0.04	kp/cm²

Donde:

$N_{t,0,d}$: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra	$N_{t,0,d}$:	0.106	t
A: Área de la sección transversal	A :	2444.00	cm²
$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:	$\sigma_{m,y,d}$:	71.20	kp/cm²
	$\sigma_{m,z,d}$:	0.00	kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo	$M_{y,d}$:	27.264	t·m
	$M_{z,d}$:	0.000	t·m
W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal	$W_{el,y}$:	38289.33	cm³
	$W_{el,z}$:	10590.67	cm³
$f_{t,0,d}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:	$f_{t,0,d}$:	107.65	kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)	k_{mod} :	0.80	
k_h: Factor de altura, dado por:	k_h :	1.00	
Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada superiores o iguales 600 mm:			
$f_{t,0,k}$: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra	$f_{t,0,k}$:	168.20	kp/cm²
γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_M :	1.25	
$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	$f_{m,y,d}$:	156.57	kp/cm²
	$f_{m,z,d}$:	170.23	kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)	k_{mod} :	0.80	
$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión	$f_{m,k}$:	244.65	kp/cm²
k_h: Factor de altura, dado por:	$k_{h,y}$:	1.00	
	$k_{h,z}$:	1.09	

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada superiores o iguales 600 mm:

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción — **h** : *260.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : *1.25*

k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal — k_m : *0.70*

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.605 m del nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·V1+0.75·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

η : ***0.651*** ✓

η : ***0.456*** ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

η : ***0.660*** ✓

η : ***0.476*** ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

η : ***0.480*** ✓

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: — $\sigma_{c,0,d}$: *1.48* kp/cm²

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra — $N_{c,0,d}$: 3.606 t

A: Área de la sección transversal — A : 2444.00 cm²

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}$: 114.65 kp/cm²

$\sigma_{m,z,d}$: 0.00 kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo — $M_{y,d}$: 43.899 t·m

$M_{z,d}$: 0.000 t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal — $W_{el,y}$: 38289.33 cm³

$W_{el,z}$: 10590.67 cm³

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: — $f_{c,0,d}$: 176.15 kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2) — k_{mod} : 0.90

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: 244.65 kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : 1.25

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d}$: 176.15 kp/cm²

$f_{m,z,d}$: 191.51 kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2) — k_{mod} : 0.90

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión — $f_{m,k}$: 244.65 kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por:

$k_{h,y}$: 1.00

$k_{h,z}$: 1.09

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada superiores o iguales 600 mm:

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción — h : 260.00 mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : 1.25

k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal — k_m : 0.70

χ_c: Factor de inestabilidad — $\chi_{c,y}$: 0.91

$\chi_{c,z}$: 0.41

k_{crit}: Factor que tiene en cuenta la reducción de la resistencia a flexión debida al vuelco lateral — k_{crit} : 0.96

Para

Donde:

$\lambda_{rel,m}$: Esbeltez relativa para vuelco lateral, dada por: — $\lambda_{rel,m}$: 0.80

Donde:

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión — $f_{m,k}$: 244.65 kp/cm²

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal — W_{el} : 38289.33 cm³

M_{crit}: Momento crítico elástico a vuelco lateral por torsión, dado por: — M_{crit} : 146.658 t·m

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra — $E_{0,k}$: 95820.59 kp/cm²

$G_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de cortante paralelo a la fibra — $G_{0,k}$: 5988.79 kp/cm²

I: Momento de inercia — I : 137678.67 cm4

I_{tor}: Momento de inercia a torsión — I_{tor} : 452814.54 cm4

L_{ef}: Longitud eficaz de vuelco lateral — L_{ef} : 12812.55 mm

Resistencia a cortante y torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.2)

Se debe satisfacer:

η : **0.005** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V2.

Donde:

$\sigma_{t,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{t,0,d,fi}$: 1.01 kp/cm²

Donde:

$N_{t,0,d}$: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra $N_{t,0,d}$: 1.826 t

A_{fi}: Área de la sección transversal A_{fi} : 1803.36 cm²

$f_{t,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: $f_{t,0,d,fi}$: 193.43 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad $k_{mod,fi}$: 1.00

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por: $k_{h,fi}$: 1.00

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada superiores o iguales 600 mm:

$f_{t,0,k}$: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra $f_{t,0,k}$: 168.20 kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material $\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio k_{fi} : 1.15

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

η : **0.003** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

η : **0.004** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

η : **0.013** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V1.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d,fi}$: 0.92 kp/cm²

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra $N_{c,0,d,fi}$: 1.653 t

A_{fi}: Área de la sección transversal A_{fi} : 1803.36 cm²

$f_{c,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $f_{c,0,d,fi}$: 281.35 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad $k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra $f_{c,0,k}$: 244.65 kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material $\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio k_{fi} : 1.15

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)

$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad, dado por:

$\chi_{c,y,fi}$: 0.89

$\chi_{c,z,fi}$: 0.26

Donde:

$k_{y,fi}$: 0.85

$k_{z,fi}$: 2.41

Donde:

β_c: Factor asociado a la rectitud de las piezas β_c : 0.10

$\lambda_{rel,fi}$: Esbeltez relativa, dada por: $\lambda_{rel,y,fi}$: 0.81

$\lambda_{rel,z,fi}$: 1.91

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra — $E_{0,k}$: 95820.59 kp/cm²

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: 244.65 kp/cm²

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : 1.15

λ_{fi}: Esbeltez mecánica, dada por:

$\lambda_{y,fi}$: 50.21

$\lambda_{z,fi}$: 118.87

Donde:

L_k: Longitud de pandeo de la barra

$L_{k,y}$: 12812.55 mm

$L_{k,z}$: 7000.00 mm

i_{fi}: Radio de giro

$i_{y,fi}$: 255.19 mm

$i_{z,fi}$: 58.89 mm

Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

η : **0.199** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.605 m del nudo N21, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V1.

Resistencia a vuelco lateral para flexión positiva:

η : **0.241** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.605 m del nudo N21, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V1.

Resistencia a vuelco lateral para flexión negativa:

η : **0.074** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.605 m del nudo N21, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V2.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:	$\sigma_{m,y,d,fi}^{+}$:	*56.02*	kp/cm²
	$\sigma_{m,y,d,fi}^{-}$:	*17.26*	kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo	$M_{y,d}^{+}$:	*14.884*	t·m
	$M_{y,d}^{-}$:	*4.587*	t·m
$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal	$W_{el,y,fi}$:	*26569.50*	cm³
$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	$f_{m,y,d,fi}$:	*281.35*	kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	$k_{mod,fi}$:	*1.00*	

Donde:

Clase de duración de la carga	**Clase** :	*Corta duración*	
Clase de servicio	**Clase** :	*2*	
$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión	$f_{m,k}$:	*244.65*	kp/cm²
$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por: Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada superiores o iguales 600 mm:	$k_{h,fi}$:	*1.00*	
$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material	$\gamma_{M,fi}$:	*1.00*	
k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} :	*1.15*	

Resistencia a vuelco lateral:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:	$\sigma_{m,y,d,fi}^{+}$:	*56.02*	kp/cm²
	$\sigma_{m,y,d,fi}^{-}$:	*17.26*	kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo	$M_{y,d}^{+}$:	*14.884*	t·m
	$M_{y,d}^{-}$:	*4.587*	t·m
$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal	$W_{el,y,fi}$:	*26569.50*	cm³
$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	$f_{m,y,d,fi}$:	*281.35*	kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad — $k_{mod,fi}$: 1.00

Donde:

Clase de duración de la carga — **Clase** : Corta duración

Clase de servicio — **Clase** : 2

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión — $f_{m,k}$: 244.65 kp/cm²

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por: — $k_{h,fi}$: 1.00

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada superiores o iguales 600 mm:

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material — $\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : 1.15

$k_{crit,fi}$: Factor que tiene en cuenta la reducción de la resistencia a flexión debida al vuelco lateral, dado por: — $k_{crit,fi}$: 0.83

Para

Donde:

$\lambda_{rel,m,fi}$: Esbeltez relativa para vuelco lateral, dada por: — $\lambda_{rel,m,fi}$: 0.98

Donde:

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión — $f_{m,k}$: 244.65 kp/cm²

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal — $W_{el,y,fi}$: 26569.50 cm³

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : 1.15

$M_{crit,fi}$: Momento crítico elástico a vuelco lateral por torsión, dado por: — $M_{crit,y,fi}$: 77.987 t·m

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra — $E_{0,k}$: 95820.59 kp/cm²

$G_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de cortante paralelo a la fibra — $G_{0,k}$: 5988.79 kp/cm²

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : 1.15

I_{fi}: Momento de inercia	$I_{z,fi}$:	62540.52	cm4
$I_{tor,fi}$: Momento de inercia a torsión	$I_{tor,fi}$:	213138.11	cm4
L_{ef}: Longitud eficaz de vuelco lateral	L_{ef} :	12812.55	mm

Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

η : **0.255** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V1.

Donde:

$\tau_{d,fi}$: Tensión de cálculo a cortante, dada por:	$\tau_{z,d,fi}$:	8.08	kp/cm²

Donde:

V_d: Cortante de cálculo	$V_{z,d}$:	6.506	t
A_{fi}: Área de la sección transversal	A_{fi} :	1803.36	cm²
k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas	k_{cr} :	0.67	
$f_{v,d,fi}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:	$f_{v,d,fi}$:	31.65	kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	$k_{mod,fi}$:	1.00	
$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante	$f_{v,k}$:	27.52	kp/cm²
$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material	$\gamma_{M,fi}$:	1.00	
k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} :	1.15	

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.9)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.7)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas

η : ***0.128*** ✓

η : ***0.091*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V2.

Donde:

$\sigma_{t,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{t,0,d,fi}$: *1.01* kp/cm²

Donde:

$N_{t,0,d}$: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra $N_{t,0,d}$: *1.826* t

A_{fi}: Área de la sección transversal A_{fi} : *1803.36* cm²

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $\sigma_{m,y,d,fi}$: *34.53* kp/cm²

$\sigma_{m,z,d,fi}$: *0.00* kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo $M_{y,d}$: *9.173* t·m

$M_{z,d}$: *0.000* t·m

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal $W_{el,y,fi}$: *26569.50* cm³

$W_{el,z,fi}$: *6131.42* cm³

$f_{t,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: $f_{t,0,d,fi}$: *193.43* kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad — $k_{mod,fi}$: 1.00

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por: — $k_{h,fi}$: 1.00

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada superiores o iguales 600 mm:

$f_{t,0,k}$: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra — $f_{t,0,k}$: 168.20 kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material — $\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : 1.15

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: — $f_{m,y,d,fi}$: 281.35 kp/cm²

$f_{m,z,d,fi}$: 309.48 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad — $k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión — $f_{m,k}$: 244.65 kp/cm²

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por: — $k_{h,y,fi}$: 1.00

$k_{h,z,fi}$: 1.10

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada superiores o iguales 600 mm:

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h_{fi}: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción — h_{fi} : 204.00 mm

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material — $\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : 1.15

k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal — k_m : 0.70

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.605 m del nudo N21, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

η : ***0.199*** ✓

η : ***0.139*** ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

η : ***0.202*** ✓

η : ***0.149*** ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

η : ***0.067*** ✓

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d,fi}$: *0.67* kp/cm²

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra $N_{c,0,d,fi}$: *1.206* t

A_{fi}: Área de la sección transversal A_{fi} : *1803.36* cm²

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $\sigma_{m,y,d,fi}$: *56.02* kp/cm²

$\sigma_{m,z,d,fi}$: *0.00* kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo $M_{y,d}$: *14.884* t·m

$M_{z,d}$: *0.000* t·m

$W_{el,y,fi}$: *26569.50* cm³

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal — $W_{el,z,fi}$: 6131.42 cm³

$f_{c,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: — $f_{c,0,d,fi}$: 281.35 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad — $k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: 244.65 kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material — $\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : 1.15

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: — $f_{m,y,d,fi}$: 281.35 kp/cm²

$f_{m,z,d,fi}$: 309.48 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad — $k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión — $f_{m,k}$: 244.65 kp/cm²

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por: — $k_{h,y,fi}$: 1.00

$k_{h,z,fi}$: 1.10

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada superiores o iguales 600 mm:

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h_{fi}: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción — h_{fi} : 204.00 mm

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material — $\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : 1.15

k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal — k_m : 0.70

$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad — $\chi_{c,y,fi}$: 0.89

$\chi_{c,z,fi}$: 0.26

$k_{crit,fi}$: Factor que tiene en cuenta la reducción de la resistencia a flexión debida al vuelco lateral — $k_{crit,fi}$: *0.83*

Para

Donde:

$\lambda_{rel,m,fi}$: Esbeltez relativa para vuelco lateral, dada por: — $\lambda_{rel,m,fi}$: *0.98*

Donde:

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión — $f_{m,k}$: *244.65* kp/cm²

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal — $W_{el,fi}$: *26569.50* cm³

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : *1.15*

$M_{crit,fi}$: Momento crítico elástico a vuelco lateral por torsión, dado por: — $M_{crit,fi}$: *77.987* t·m

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra — $E_{0,k}$: *95820.59* kp/cm²

$G_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de cortante paralelo a la fibra — $G_{0,k}$: *5988.79* kp/cm²

I_{fi}: Momento de inercia — I_{fi} : *62540.52* cm4

$I_{tor,fi}$: Momento de inercia a torsión — $I_{tor,fi}$: *213138.11* cm4

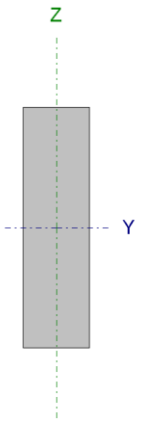
L_{ef}: Longitud eficaz de vuelco lateral — L_{ef} : *12812.55* mm

Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Barra N28/N15

Perfil: V-940x260
Material: Madera (GL24h)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N28	N15	11.500	2444.00	1799598.67	137678.67	452814.54

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.52	0.52
L_K	11.500	11.500	6.000	6.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Situación de incendio

Resistencia requerida: R30

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.2)

Se debe satisfacer:

η : ***0.015*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·V2+0.75·N1.

Donde:

$\sigma_{t,0,d}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{t,0,d}$: *1.82* kp/cm²

Donde:

$N_{t,0,d}$: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra $N_{t,0,d}$: *4.451* t

A: Área de la sección transversal **A** : *2444.00* cm²

$f_{t,0,d}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: $f_{t,0,d}$: *121.10* kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2) k_{mod} : *0.90*

k_h: Factor de altura, dado por: k_h : 1.00

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada superiores o iguales 600 mm:

$f_{t,0,k}$: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra $f_{t,0,k}$: 168.20 kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : 1.25

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

η : **0.009** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

η : **0.010** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

η : **0.059** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N28, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·V1+0.75·N1.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d}$: 1.63 kp/cm²

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra $N_{c,0,d}$: 3.991 t

A: Área de la sección transversal **A** : 2444.00 cm²

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $f_{c,0,d}$: 176.15 kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2) — k_{mod} : 0.90

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: 244.65 kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : 1.25

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)

χ_c: Factor de inestabilidad, dado por:

$\chi_{c,y}$: 0.94

$\chi_{c,z}$: 0.16

Donde:

k_y : 0.75

k_z : 3.64

Donde:

β_c: Factor asociado a la rectitud de las piezas — β_c : 0.10

λ_{rel}: Esbeltez relativa, dada por:

$\lambda_{rel,y}$: 0.68

$\lambda_{rel,z}$: 2.46

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra — $E_{0,k}$: 95820.59 kp/cm²

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: 244.65 kp/cm²

λ: Esbeltez mecánica, dada por:

λ_y : 42.38

λ_z : 153.22

Donde:

L_k: Longitud de pandeo de la barra — $L_{k,y}$: 11500.37 mm; $L_{k,z}$: 11500.37 mm

i: Radio de giro — i_y : 271.35 mm; i_z : 75.06 mm

Resistencia a flexión en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

η : **0.535** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.031 m del nudo N28, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·V1+0.75·N1.

Resistencia a vuelco lateral para flexión positiva:

η : **0.535** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.031 m del nudo N28, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·V1+0.75·N1.

Resistencia a vuelco lateral para flexión negativa:

η : **0.330** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.031 m del nudo N28, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM1+1.5·V2.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}^{+}$:	*94.25*	kp/cm²
$\sigma_{m,y,d}^{-}$:	*58.18*	kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^{+}$:	*36.089*	t·m
$M_{y,d}^{-}$:	*22.276*	t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$:	*38289.33*	cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d}$:	*176.15*	kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

k_{mod} :	*0.90*	

Donde:

Clase de duración de la carga	**Clase** :	*Corta duración*
Clase de servicio	**Clase** :	*2*
$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión	$f_{m,k}$:	*244.65* kp/cm²
k_h: Factor de altura, dado por:	k_h :	*1.00*

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada superiores o iguales 600 mm:

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : 1.25

Resistencia a vuelco lateral:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}^{+}$: 94.25 kp/cm²

$\sigma_{m,y,d}^{-}$: 58.18 kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^{+}$: 36.089 t·m

$M_{y,d}^{-}$: 22.276 t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal — $W_{el,y}$: 38289.33 cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: — $f_{m,y,d}$: 176.15 kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad — k_{mod} : 0.90

Donde:

Clase de duración de la carga — **Clase** : Corta duración

Clase de servicio — **Clase** : 2

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión — $f_{m,k}$: 244.65 kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: — k_h : 1.00

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada superiores o iguales 600 mm:

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : 1.25

k_{crit}: Factor que tiene en cuenta la reducción de la resistencia a flexión debida al vuelco lateral, dado por: — k_{crit} : 1.00

Para

Donde:

$\lambda_{rel,m}$: Esbeltez relativa para vuelco lateral, dada por: — $\lambda_{rel,m}$: 0.55

Donde:

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión — $f_{m,k}$: 244.65 kp/cm²

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal	$W_{el,y}$:	*38289.33*	cm³
M_{crit}: Momento crítico elástico a vuelco lateral por torsión, dado por:	$M_{crit,y}$:	*313.178*	t·m

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra	$E_{0,k}$:	*95820.59*	kp/cm²
$G_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de cortante paralelo a la fibra	$G_{0,k}$:	*5988.79*	kp/cm²
I: Momento de inercia	I_z :	*137678.67*	cm4
I_{tor}: Momento de inercia a torsión	I_{tor} :	*452814.54*	cm4
L_{ef}: Longitud eficaz de vuelco lateral	L_{ef} :	*6000.00*	mm

Resistencia a flexión en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a cortante en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a cortante en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.812*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·V1+0.75·N1.

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: $\tau_{z,d}$: *16.09* kp/cm²

Donde:

V_d: Cortante de cálculo	$V_{z,d}$:	*17.561*	t
A: Área de la sección transversal	**A** :	*2444.00*	cm²
k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas	k_{cr} :	*0.67*	
$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:	$f_{v,d}$:	*19.82*	kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)	k_{mod} :	*0.90*	
$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante	$f_{v,k}$:	*27.52*	kp/cm²
γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_M :	*1.25*	

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.9)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a flexión esviada - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.7)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas

η : ***0.375*** ✓

η : ***0.263*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.469 m del nudo N28, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·N1.

Donde:

$\sigma_{t,0,d}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{t,0,d}$: *0.06* kp/cm²

Donde:

$N_{t,0,d}$: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra	$N_{t,0,d}$:	0.147	t
A: Área de la sección transversal	A :	2444.00	cm²
$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:	$\sigma_{m,y,d}$:	58.64	kp/cm²
	$\sigma_{m,z,d}$:	0.00	kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo	$M_{y,d}$:	22.452	t·m
	$M_{z,d}$:	0.000	t·m
W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal	$W_{el,y}$:	38289.33	cm³
	$W_{el,z}$:	10590.67	cm³
$f_{t,0,d}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:	$f_{t,0,d}$:	107.65	kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)	k_{mod} :	0.80	
k_h: Factor de altura, dado por:	k_h :	1.00	
Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada superiores o iguales 600 mm:			
$f_{t,0,k}$: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra	$f_{t,0,k}$:	168.20	kp/cm²
γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_M :	1.25	
$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	$f_{m,y,d}$:	156.57	kp/cm²
	$f_{m,z,d}$:	170.23	kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2)	k_{mod} :	0.80	
$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión	$f_{m,k}$:	244.65	kp/cm²
k_h: Factor de altura, dado por:	$k_{h,y}$:	1.00	
	$k_{h,z}$:	1.09	

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada superiores o iguales 600 mm:

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción — **h** : *260.00* mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : *1.25*

k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal — k_m : *0.70*

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.031 m del nudo N28, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·V1+0.75·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

η : ***0.535*** ✓

η : ***0.375*** ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

η : ***0.542*** ✓

η : ***0.416*** ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral, ya que la esbeltez relativa (0.55) es inferior a 0.75.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: — $\sigma_{c,0,d}$: *1.16* kp/cm²

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra — $N_{c,0,d}$: 2.837 t

A: Área de la sección transversal — A : 2444.00 cm²

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: — $\sigma_{m,y,d}$: 94.25 kp/cm²; $\sigma_{m,z,d}$: 0.00 kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo — $M_{y,d}$: 36.089 t·m; $M_{z,d}$: 0.000 t·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal — $W_{el,y}$: 38289.33 cm³; $W_{el,z}$: 10590.67 cm³

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: — $f_{c,0,d}$: 176.15 kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2) — k_{mod} : 0.90

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: 244.65 kp/cm²

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : 1.25

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: — $f_{m,y,d}$: 176.15 kp/cm²; $f_{m,z,d}$: 191.51 kp/cm²

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 2) — k_{mod} : 0.90

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión — $f_{m,k}$: 244.65 kp/cm²

k_h: Factor de altura, dado por: — $k_{h,y}$: 1.00; $k_{h,z}$: 1.09

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada superiores o iguales 600 mm:

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción — h : 260.00 mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material — γ_M : 1.25

k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

k_m : 0.70

χ_c: Factor de inestabilidad

$\chi_{c,y}$: 0.94

$\chi_{c,z}$: 0.16

Resistencia a cortante y torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.2)

Se debe satisfacer:

η : **0.004** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V2.

Donde:

$\sigma_{t,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$\sigma_{t,0,d,fi}$: 0.83 kp/cm²

Donde:

$N_{t,0,d}$: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra

$N_{t,0,d}$: 1.501 t

A_{fi}: Área de la sección transversal

A_{fi} : 1803.36 cm²

$f_{t,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$f_{t,0,d,fi}$: 193.43 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$k_{mod,fi}$: 1.00

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$k_{h,fi}$: 1.00

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada superiores o iguales 600 mm:

$f_{t,0,k}$: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra

$f_{t,0,k}$: 168.20 kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material — $\gamma_{M,fi}$: *1.00*

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : *1.15*

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

η : ***0.003*** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

η : ***0.003*** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

η : ***0.027*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N28, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V1.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: — $\sigma_{c,0,d,fi}$: *0.75* kp/cm²

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra — $N_{c,0,d,fi}$: *1.350* t

A_{fi}: Área de la sección transversal — A_{fi} : *1803.36* cm²

$f_{c,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: — $f_{c,0,d,fi}$: *281.35* kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad — $k_{mod,fi}$: *1.00*

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: *244.65* kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material — $\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : 1.15

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)

$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad, dado por:

$\chi_{c,y,fi}$: 0.92

$\chi_{c,z,fi}$: 0.10

Donde:

$k_{y,fi}$: 0.78

$k_{z,fi}$: 5.57

Donde:

β_c: Factor asociado a la rectitud de las piezas — β_c : 0.10

$\lambda_{rel,fi}$: Esbeltez relativa, dada por:

$\lambda_{rel,y,fi}$: 0.72

$\lambda_{rel,z,fi}$: 3.14

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra — $E_{0,k}$: 95820.59 kp/cm²

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra — $f_{c,0,k}$: 244.65 kp/cm²

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : 1.15

λ_{fi}: Esbeltez mecánica, dada por:

$\lambda_{y,fi}$: 45.07

$\lambda_{z,fi}$: 195.29

Donde:

L_k: Longitud de pandeo de la barra — $L_{k,y}$: 11500.37 mm; $L_{k,z}$: 11500.37 mm

i_{fi}: Radio de giro — $i_{y,fi}$: 255.19 mm; $i_{z,fi}$: 58.89 mm

Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

η : **0.164** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.031 m del nudo N28, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V1.

Resistencia a vuelco lateral para flexión positiva:

η : **0.164** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.031 m del nudo N28, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V1.

Resistencia a vuelco lateral para flexión negativa:

η : **0.049** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.031 m del nudo N28, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V2.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d,fi}^{+}$:	*46.06*	kp/cm²
$\sigma_{m,y,d,fi}^{-}$:	*13.89*	kp/cm²

Donde:

$\mathbf{M_d}$: Momento flector de cálculo

$\mathbf{M_{y,d}^{+}}$:	*12.237*	t·m
$\mathbf{M_{y,d}^{-}}$:	*3.690*	t·m

$\mathbf{W_{el,fi}}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$\mathbf{W_{el,y,fi}}$:	*26569.50*	cm³

$\mathbf{f_{m,d,fi}}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$\mathbf{f_{m,y,d,fi}}$:	*281.35*	kp/cm²

Donde:

$\mathbf{k_{mod,fi}}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$\mathbf{k_{mod,fi}}$:	*1.00*	

Donde:

Clase de duración de la carga	**Clase** :	*Corta duración*
Clase de servicio	**Clase** :	*2*
$\mathbf{f_{m,k}}$: Resistencia característica a flexión	$\mathbf{f_{m,k}}$:	*244.65* kp/cm²
$\mathbf{k_{h,fi}}$: Factor de altura, dado por:	$\mathbf{k_{h,fi}}$:	*1.00*

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada superiores o iguales 600 mm:

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material — $\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : 1.15

Resistencia a vuelco lateral:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d,fi}^{+}$: 46.06 kp/cm²

$\sigma_{m,y,d,fi}^{-}$: 13.89 kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^{+}$: 12.237 t·m

$M_{y,d}^{-}$: 3.690 t·m

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal — $W_{el,y,fi}$: 26569.50 cm³

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: — $f_{m,y,d,fi}$: 281.35 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad — $k_{mod,fi}$: 1.00

Donde:

Clase de duración de la carga — **Clase** : Corta duración

Clase de servicio — **Clase** : 2

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión — $f_{m,k}$: 244.65 kp/cm²

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por: — $k_{h,fi}$: 1.00

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada superiores o iguales 600 mm:

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material — $\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : 1.15

$k_{crit,fi}$: Factor que tiene en cuenta la reducción de la resistencia a flexión debida al vuelco lateral, dado por: — $k_{crit,fi}$: 1.00

Para

Donde:

$\lambda_{rel,m,fi}$: Esbeltez relativa para vuelco lateral, dada por: — $\lambda_{rel,m,fi}$: 0.67

Donde:

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión — $f_{m,k}$: 244.65 kp/cm²

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal — $W_{el,y,fi}$: 26569.50 cm³

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} :	*1.15*	
$M_{crit,fi}$: Momento crítico elástico a vuelco lateral por torsión, dado por:	$M_{crit,y,fi}$:	*166.535*	t·m

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra	$E_{0,k}$:	*95820.59*	kp/cm²
$G_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de cortante paralelo a la fibra	$G_{0,k}$:	*5988.79*	kp/cm²
k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} :	*1.15*	
I_{fi}: Momento de inercia	$I_{z,fi}$:	*62540.52*	cm4
$I_{tor,fi}$: Momento de inercia a torsión	$I_{tor,fi}$:	*213138.11*	cm4
L_{ef}: Longitud eficaz de vuelco lateral	L_{ef} :	*6000.00*	mm

Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.233*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V1.

Donde:

$\tau_{d,fi}$: Tensión de cálculo a cortante, dada por:	$\tau_{z,d,fi}$:	*7.36*	kp/cm²

Donde:

V_d: Cortante de cálculo	$V_{z,d}$:	5.928	t
A_{fi}: Área de la sección transversal	A_{fi} :	1803.36	cm²
k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas	k_{cr} :	0.67	
$f_{v,d,fi}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:	$f_{v,d,fi}$:	31.65	kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	$k_{mod,fi}$:	1.00	
$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante	$f_{v,k}$:	27.52	kp/cm²
$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material	$\gamma_{M,fi}$:	1.00	
k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} :	1.15	

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.9)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.7)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas

η : **0.109** ✓

η : **0.078** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V2.

Donde:

$\sigma_{t,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:	$\sigma_{t,0,d,fi}$:	0.83	kp/cm²

Donde:

$N_{t,0,d}$: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra	$N_{t,0,d}$:	1.501	t
A_{fi}: Área de la sección transversal	A_{fi} :	1803.36	cm²
$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:	$\sigma_{m,y,d,fi}$:	29.44	kp/cm²
	$\sigma_{m,z,d,fi}$:	0.00	kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo	$M_{y,d}$:	7.822	t·m
	$M_{z,d}$:	0.000	t·m
$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal	$W_{el,y,fi}$:	26569.50	cm³
	$W_{el,z,fi}$:	6131.42	cm³
$f_{t,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:	$f_{t,0,d,fi}$:	193.43	kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	$k_{mod,fi}$:	1.00	
$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:	$k_{h,fi}$:	1.00	
Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada superiores o iguales 600 mm:			
$f_{t,0,k}$: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra	$f_{t,0,k}$:	168.20	kp/cm²
$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material	$\gamma_{M,fi}$:	1.00	
k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} :	1.15	
$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	$f_{m,y,d,fi}$:	281.35	kp/cm²
	$f_{m,z,d,fi}$:	309.48	kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	$k_{mod,fi}$:	1.00	
$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión	$f_{m,k}$:	244.65	kp/cm²
$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:	$k_{h,y,fi}$:	1.00	
	$k_{h,z,fi}$:	1.10	

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada superiores o iguales 600 mm:

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h_{fi}: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción — h_{fi} : 204.00 mm

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material — $\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio — k_{fi} : 1.15

k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal — k_m : 0.70

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.031 m del nudo N28, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

η : **0.164** ✓

η : **0.115** ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

η : **0.166** ✓

η : **0.134** ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral, ya que la esbeltez relativa (0.67) es inferior a 0.75.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d,fi}$: 0.53 kp/cm²

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra $N_{c,0,d,fi}$: 0.949 t

A_{fi}: Área de la sección transversal A_{fi} : 1803.36 cm²

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $\sigma_{m,y,d,fi}$: 46.06 kp/cm²

$\sigma_{m,z,d,fi}$: 0.00 kp/cm²

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo $M_{y,d}$: 12.237 t·m

$M_{z,d}$: 0.000 t·m

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal $W_{el,y,fi}$: 26569.50 cm³

$W_{el,z,fi}$: 6131.42 cm³

$f_{c,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $f_{c,0,d,fi}$: 281.35 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad $k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra $f_{c,0,k}$: 244.65 kp/cm²

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material $\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio k_{fi} : 1.15

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: $f_{m,y,d,fi}$: 281.35 kp/cm²

$f_{m,z,d,fi}$: 309.48 kp/cm²

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad $k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión $f_{m,k}$: 244.65 kp/cm²

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por: $k_{h,y,fi}$: 1.00

$k_{h,z,fi}$: 1.10

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada superiores o iguales 600 mm:

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

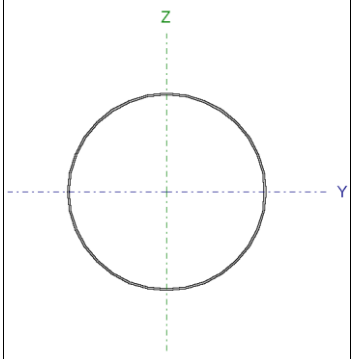
h_{fi}: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción	h_{fi} :	204.00 mm
$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material	$\gamma_{M,fi}$:	1.00
k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} :	1.15
k_m: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal	k_m :	0.70
$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad	$\chi_{c,y,fi}$:	0.92
	$\chi_{c,z,fi}$:	0.10

Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Barra N27/N28

Perfil: TC 457x6.3
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N27	N28	12.711	89.20	22654.16	22654.16	45308.32

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	2.00	2.00	2.00	2.00
L_K	25.422	25.422	25.422	25.422
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***1.84*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : *3*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : *89.20* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. — **N_{cr}** : *74.062* t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — **$N_{cr,y}$** : *74.062* t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — **$N_{cr,z}$** : *74.062* t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. — **$N_{cr,T}$** : *73653.602* t

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y :	22654.16	cm4
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	22654.16	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	45308.32	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	0.00	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E :	2140673	kp/cm²
G: Módulo de elasticidad transversal.	G :	825688	kp/cm²
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} :	25.422	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} :	25.422	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} :	25.422	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_0 :	22.54	cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	15.94	cm
	i_z :	15.94	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_0 :	0.00	mm
	z_0 :	0.00	mm

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

η : **0.049** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N28, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM1+1.5·V2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 11.603 t

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$N_{t,Rd}$: 238.151 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 89.20 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : **0.077** ✓

η : **0.338** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·V1+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 18.251 t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 238.151 t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 89.20 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $\mathbf{N_{b,Rd}}$ en una barra comprimida viene dada por:

$\mathbf{N_{b,Rd}}$: 53.957 t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 89.20 cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: 2669.77 kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.23

χ_z : 0.23

χ_T : 1.00

Siendo:

ϕ_y : 2.59

ϕ_z : 2.59

ϕ_T : 0.47

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.49

α_z : 0.49

α_T : 0.49

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: 1.84

$\bar{\lambda}_z$: 1.84

$\bar{\lambda}_T$: 0.06

$\mathbf{N_{cr}}$: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: $\mathbf{N_{cr}}$: 74.062 t

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: 74.062 t

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: 74.062 t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: 73653.602 t

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : **0.057** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N27, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM1+1.5·V1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 0.100 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+0.9·V2+1.5·N1.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 1.513 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 26.469 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 3

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 3. $W_{el,y}$: 991.43 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+0.9·V2+1.5·N1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.119* t

Resistencia a cortante de la sección:

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *87.533* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *56.79* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *89.20* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

0.119 t ≤ 43.767 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+0.9·V2+1.5·N1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.119* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *87.533* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.113*** ✓

η : ***0.367*** ✓

η : ***0.358*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+0.9·V1+1.5·N1.

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *17.212* t

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *1.071* t·m

$\mathbf{M_{z,Ed}^+}$: *0.000* t·m

Clase : *3*

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — $N_{pl,Rd}$: 238.151 t

$M_{el,Rd,y}$, $M_{el,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{el,Rd,y}$: 26.469 t·m; $M_{el,Rd,z}$: 26.469 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. — **A** : 89.20 cm²

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — $W_{el,y}$: 991.43 cm³; $W_{el,z}$: 991.43 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : 1.05

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : 1.19

k_z : 1.19

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. — $C_{m,y}$: 1.00; $C_{m,z}$: 1.00

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — χ_y : 0.23; χ_z : 0.23

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. — $\bar{\lambda}_y$: 1.84; $\bar{\lambda}_z$: 1.84

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección. — α_y : 0.80; α_z : 1.00

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+0.9·V2+1.5·N1.

0.119 t ≤ **43.767 t** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$\mathbf{V_{Ed,z}}$:	*0.119*	t
$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$:	*87.533*	t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

2.3.2.4.- Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M) - TEMPERATURA AMBIENTE											Estado
	$N_{t,0,d}$	$N_{c,0,d}$	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$V_{y,d}$	$V_{z,d}$	$M_{x,d}$	$M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$	
N6/N11	x: 0 m η = 14.5	x: 0 m η = 31.4	x: 2.189 m η = 66.7	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m η = 98.5	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 1.97 m η = 74.2	x: 1.859 m η = 50.1	N.P.(5)	**CUMPLE η = 98.5**
N10/N21	x: 1.618 m η = 0.2	N.P.(6)	x: 1.618 m η = 5.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 1.618 m η = 20.7	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 1.618 m η = 4.0	N.P.(7)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 20.7**
N21/N11	x: 12.813 m η = 1.8	x: 0 m η = 2.8	x: 5.605 m η = 67.8	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 12.813 m η = 89.1	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 7.207 m η = 45.5	x: 5.605 m η = 66.0	N.P.(5)	**CUMPLE η = 89.1**
N5/N12	x: 0 m η = 14.5	x: 0 m η = 31.4	x: 2.189 m η = 66.7	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m η = 98.5	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 1.97 m η = 74.2	x: 1.859 m η = 50.1	N.P.(5)	**CUMPLE η = 98.5**
N9/N22	x: 1.618 m η = 0.2	N.P.(6)	x: 1.618 m η = 5.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 1.618 m η = 20.7	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 1.618 m η = 4.0	N.P.(7)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 20.7**
N22/N12	x: 12.813 m η = 1.8	x: 0 m η = 8.9	x: 5.605 m η = 67.8	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 12.813 m η = 89.1	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 7.207 m η = 45.5	x: 5.605 m η = 66.0	N.P.(5)	**CUMPLE η = 89.1**
N4/N13	x: 0 m η = 14.5	x: 0 m η = 31.4	x: 2.189 m η = 66.7	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m η = 98.5	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 1.97 m η = 74.2	x: 1.859 m η = 50.1	N.P.(5)	**CUMPLE η = 98.5**
N8/N23	x: 1.618 m η = 0.2	N.P.(6)	x: 1.618 m η = 5.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 1.618 m η = 20.7	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 1.618 m η = 4.0	N.P.(7)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 20.7**
N23/N13	x: 12.813 m η = 1.8	x: 0 m η = 8.9	x: 5.605 m η = 67.8	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 12.813 m η = 89.1	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 7.207 m η = 45.5	x: 5.605 m η = 66.0	N.P.(5)	**CUMPLE η = 89.1**
N3/N14	x: 0 m η = 14.5	x: 0 m η = 31.4	x: 2.189 m η = 66.7	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m η = 98.5	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 1.97 m η = 74.2	x: 1.859 m η = 50.1	N.P.(5)	**CUMPLE η = 98.5**
N7/N26	x: 1.618 m η = 0.2	N.P.(6)	x: 1.618 m η = 5.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 1.618 m η = 20.7	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 1.618 m η = 4.0	N.P.(7)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 20.7**
N26/N14	x: 12.813 m η = 1.8	x: 0 m η = 8.9	x: 5.605 m η = 67.8	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 12.813 m η = 89.1	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 7.207 m η = 45.5	x: 5.605 m η = 66.0	N.P.(5)	**CUMPLE η = 89.1**
N2/N15	x: 0 m η = 13.4	x: 0 m η = 28.8	x: 2.189 m η = 56.7	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m η = 83.9	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 1.97 m η = 63.7	x: 1.859 m η = 43.0	N.P.(5)	**CUMPLE η = 83.9**
N1/N16	x: 0 m η = 11.7	x: 0 m η = 25.0	x: 2.189 m η = 54.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m η = 80.4	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 1.97 m η = 60.4	x: 1.859 m η = 41.3	N.P.(5)	**CUMPLE η = 80.4**
N25/N28	x: 0.797 m η = 0.1	N.P.(6)	x: 0.797 m η = 1.3	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0.797 m η = 10.2	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 0.797 m η = 1.0	N.P.(7)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 10.2**
N28/N15	x: 11.5 m η = 1.5	x: 0 m η = 5.9	x: 5.031 m η = 53.5	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 11.5 m η = 81.2	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 6.469 m η = 37.5	x: 5.031 m η = 54.2	N.P.(5)	**CUMPLE η = 81.2**
N24/N30	x: 2.144 m η = 0.3	N.P.(6)	x: 2.144 m η = 9.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 2.144 m η = 27.5	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 2.144 m η = 7.0	N.P.(7)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 27.5**
N30/N16	x: 10.153 m η = 1.5	x: 0 m η = 4.7	x: 5.077 m η = 34.9	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 10.153 m η = 70.8	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 10.153 m η = 34.8	x: 5.077 m η = 35.4	N.P.(5)	**CUMPLE η = 70.8**

Notación:
- *$N_{t,0,d}$: Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra*
- *$N_{c,0,d}$: Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra*
- *$M_{y,d}$: Resistencia a flexión en el eje y*
- *$M_{z,d}$: Resistencia a flexión en el eje z*
- *$V_{y,d}$: Resistencia a cortante en el eje y*
- *$V_{z,d}$: Resistencia a cortante en el eje z*
- *$M_{x,d}$: Resistencia a torsión*
- *$M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión esviada*
- *$N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión y tracción axial combinadas*
- *$N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión y compresión axial combinadas*
- *$M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$: Resistencia a cortante y torsor combinados*
- *x: Distancia al origen de la barra*
- *η: Coeficiente de aprovechamiento (%)*
- *N.P.: No procede*

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
- *(1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.*
- *(2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.*
- *(3) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.*
- *(4) La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.*
- *(5) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.*
- *(6) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.*
- *(7) La comprobación no procede, ya que la barra no esta sometida a flexión y compresión combinadas.*

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M) - SITUACIÓN DE INCENDIO											Estado
	$N_{t,0,d}$	$N_{c,0,d}$	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$V_{y,d}$	$V_{z,d}$	$M_{x,d}$	$M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$	
N6/N11	x: 0 m η = 2.8	x: 0 m η = 16.3	x: 1.859 m η = 20.9	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m η = 30.9	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 1.749 m η = 22.4	x: 0.766 m η = 19.4	N.P.(5)	**CUMPLE η = 30.9**
N10/N21	x: 1.618 m η = 0.1	N.P.(6)	x: 1.618 m η = 1.6	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 1.618 m η = 5.9	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 1.618 m η = 0.8	N.P.(7)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 5.9**
N21/N11	x: 12.813 m η = 0.5	x: 0 m η = 1.3	x: 5.605 m η = 24.1	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 12.813 m η = 25.5	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 12.813 m η = 12.8	x: 5.605 m η = 20.2	N.P.(5)	**CUMPLE η = 25.5**
N5/N12	x: 0 m η = 2.8	x: 0 m η = 16.3	x: 1.859 m η = 20.9	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m η = 30.9	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 1.749 m η = 22.4	x: 0.766 m η = 19.4	N.P.(5)	**CUMPLE η = 30.9**

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M) - SITUACIÓN DE INCENDIO											Estado
	$N_{t,0,d}$	$N_{c,0,d}$	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$V_{y,d}$	$V_{z,d}$	$M_{x,d}$	$M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$	
N9/N22	x: 1.618 m η = 0.1	N.P.(6)	x: 1.618 m η = 1.6	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 1.618 m η = 5.9	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 1.618 m η = 0.8	N.P.(7)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 5.9**
N22/N12	x: 12.813 m η = 0.5	x: 0 m η = 4.1	x: 5.605 m η = 24.1	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 12.813 m η = 25.5	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 12.813 m η = 12.8	x: 5.605 m η = 20.2	N.P.(5)	**CUMPLE η = 25.5**
N4/N13	x: 0 m η = 2.8	x: 0 m η = 16.3	x: 1.859 m η = 20.9	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m η = 30.9	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 1.749 m η = 22.4	x: 0.766 m η = 19.4	N.P.(5)	**CUMPLE η = 30.9**
N8/N23	x: 1.618 m η = 0.1	N.P.(6)	x: 1.618 m η = 1.6	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 1.618 m η = 5.9	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 1.618 m η = 0.8	N.P.(7)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 5.9**
N23/N13	x: 12.813 m η = 0.5	x: 0 m η = 4.1	x: 5.605 m η = 24.1	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 12.813 m η = 25.5	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 12.813 m η = 12.8	x: 5.605 m η = 20.2	N.P.(5)	**CUMPLE η = 25.5**
N3/N14	x: 0 m η = 2.8	x: 0 m η = 16.3	x: 1.859 m η = 20.9	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m η = 30.9	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 1.749 m η = 22.4	x: 0.766 m η = 19.4	N.P.(5)	**CUMPLE η = 30.9**
N7/N26	x: 1.618 m η = 0.1	N.P.(6)	x: 1.618 m η = 1.6	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 1.618 m η = 5.9	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 1.618 m η = 0.8	N.P.(7)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 5.9**
N26/N14	x: 12.813 m η = 0.5	x: 0 m η = 4.1	x: 5.605 m η = 24.1	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 12.813 m η = 25.5	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 12.813 m η = 12.8	x: 5.605 m η = 20.2	N.P.(5)	**CUMPLE η = 25.5**
N2/N15	x: 0 m η = 2.6	x: 0 m η = 15.0	x: 1.859 m η = 17.8	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m η = 26.4	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 1.749 m η = 19.2	x: 0.657 m η = 17.3	N.P.(5)	**CUMPLE η = 26.4**
N1/N16	x: 0 m η = 2.3	x: 0 m η = 13.0	x: 1.859 m η = 16.9	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m η = 25.0	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 1.749 m η = 18.1	x: 0.766 m η = 15.7	N.P.(5)	**CUMPLE η = 25.0**
N25/N28	x: 0.797 m η < 0.1	N.P.(6)	x: 0.797 m η = 0.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0.797 m η = 2.9	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 0.797 m η = 0.2	N.P.(7)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 2.9**
N28/N15	x: 11.5 m η = 0.4	x: 0 m η = 2.7	x: 5.031 m η = 16.4	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 11.5 m η = 23.3	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 11.5 m η = 10.9	x: 5.031 m η = 16.6	N.P.(5)	**CUMPLE η = 23.3**
N24/N30	x: 2.144 m η = 0.1	N.P.(6)	x: 2.144 m η = 2.9	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 2.144 m η = 7.9	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 2.144 m η = 1.4	N.P.(7)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 7.9**
N30/N16	x: 10.153 m η = 0.4	x: 0 m η = 2.2	x: 4.442 m η = 10.6	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 10.153 m η = 20.3	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 10.153 m η = 10.3	x: 4.442 m η = 10.8	N.P.(5)	**CUMPLE η = 20.3**

Notación:
- *$N_{t,0,d}$: Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra*
- *$N_{c,0,d}$: Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra*
- *$M_{y,d}$: Resistencia a flexión en el eje y*
- *$M_{z,d}$: Resistencia a flexión en el eje z*
- *$V_{y,d}$: Resistencia a cortante en el eje y*
- *$V_{z,d}$: Resistencia a cortante en el eje z*
- *$M_{x,d}$: Resistencia a torsión*
- *$M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión esviada*
- *$N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión y tracción axial combinadas*
- *$N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión y compresión axial combinadas*
- *$M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$: Resistencia a cortante y torsor combinados*
- *x: Distancia al origen de la barra*
- *η: Coeficiente de aprovechamiento (%)*
- *N.P.: No procede*

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
- *(1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.*
- *(2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.*
- *(3) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.*
- *(4) La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.*
- *(5) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.*
- *(6) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.*
- *(7) La comprobación no procede, ya que la barra no esta sometida a flexión y compresión combinadas.*

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N17/N21	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	x: 12.393 m η = 6.2	x: 0 m η = 40.1	x: 0 m η = 7.5	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m η < 0.1	N.P.(3)	x: 0 m η = 45.2	x: 0 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 45.2**
N18/N22	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	x: 12.393 m η = 6.2	x: 0 m η = 40.1	x: 0 m η = 7.5	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m η < 0.1	N.P.(3)	x: 0 m η = 45.2	x: 0 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 45.2**
N19/N23	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	x: 12.393 m η = 6.2	x: 0 m η = 40.1	x: 0 m η = 7.5	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m η < 0.1	N.P.(3)	x: 0 m η = 45.2	x: 0 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 45.2**
N20/N26	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	x: 12.393 m η = 6.2	x: 0 m η = 40.1	x: 0 m η = 7.5	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m η < 0.1	N.P.(3)	x: 0 m η = 45.2	x: 0 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 45.2**
N27/N28	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	x: 12.711 m η = 4.9	x: 0 m η = 33.8	x: 0 m η = 5.7	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m η < 0.1	N.P.(3)	x: 0 m η = 36.7	x: 0 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 36.7**
N29/N30	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	x: 8.038 m η = 5.5	x: 0 m η = 18.6	x: 0 m η = 13.4	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 0.5	V_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m η < 0.1	N.P.(3)	x: 0 m η = 21.4	x: 0 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 21.4**

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	

Notación:
- *λ: Limitación de esbeltez*
- *N_t: Resistencia a tracción*
- *N_c: Resistencia a compresión*
- *M_Y: Resistencia a flexión eje Y*
- *M_Z: Resistencia a flexión eje Z*
- *V_Z: Resistencia a corte Z*
- *V_Y: Resistencia a corte Y*
- *M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados*
- *M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados*
- *NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados*
- *$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados*
- *M_t: Resistencia a torsión*
- *M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados*
- *M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados*
- *x: Distancia al origen de la barra*
- *η: Coeficiente de aprovechamiento (%)*
- *N.P.: No procede*

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
- *(1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.*
- *(2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.*
- *(3) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
- *(4) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.*
- *(5) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*

2.4.- Placas de anclaje

2.4.1.- Descripción

Descripción				
Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N17,N18,N19, N27	Ancho X: 700 mm Ancho Y: 700 mm Espesor: 25 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: -	4Ø32 mm L=40 cm Prolongación recta
N20	Ancho X: 700 mm Ancho Y: 500 mm Espesor: 25 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: -	4Ø32 mm L=40 cm Prolongación recta
N29	Ancho X: 500 mm Ancho Y: 700 mm Espesor: 25 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: -	4Ø32 mm L=40 cm Prolongación recta

2.4.2.- Medición placas de anclaje

Pilares	Acero	Peso kp	Totales kp
N17, N18, N19, N27	S275	4 x 96.16	
N20	S275	1 x 68.69	
N29	S275	1 x 68.69	
			522.03
Totales			522.03

2.4.3.- Medición pernos placas de anclaje

Pilares	Pernos	Acero	Longitud m	Peso kp	Totales m	Totales kp
N17, N18, N19, N27	16Ø32 mm L=48 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	16 x 0.48	16 x 3.01		
N20	4Ø32 mm L=48 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	4 x 0.48	4 x 3.01		
N29	4Ø32 mm L=48 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	4 x 0.48	4 x 3.01		
					11.45	72.28
Totales					11.45	72.28

2.4.4.- Comprobación de las placas de anclaje

Referencia: N17
-Placa base: Ancho X: 700 mm Ancho Y: 700 mm Espesor: 25 mm
-Pernos: 4Ø32 mm L=40 cm Prolongación recta
-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 96 mm Calculado: 601 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 39 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 11.153 t Calculado: 4.215 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 7.807 t Calculado: 0.044 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 11.153 t Calculado: 4.278 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 26.226 t Calculado: 4.027 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm² Calculado: 500.842 kp/cm²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 44.852 t Calculado: 0.04 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2803.26 kp/cm²	
- Derecha:	Calculado: 694.993 kp/cm²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 694.993 kp/cm²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 794.786 kp/cm²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 590.418 kp/cm²	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1615.8	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1615.8	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1179.11	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1587.35	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 2803.26 kp/cm² Calculado: 0 kp/cm²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N18 -Placa base: Ancho X: 700 mm Ancho Y: 700 mm Espesor: 25 mm -Pernos: 4Ø32 mm L=40 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 96 mm Calculado: 601 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 39 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 11.153 t Calculado: 4.215 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 7.807 t Calculado: 0.044 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 11.153 t Calculado: 4.278 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 26.226 t Calculado: 4.027 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm² Calculado: 500.842 kp/cm²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 44.852 t Calculado: 0.04 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2803.26 kp/cm²	
- Derecha:	Calculado: 694.993 kp/cm²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 694.993 kp/cm²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 794.786 kp/cm²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 590.418 kp/cm²	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1615.8	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1615.8	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1179.11	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1587.35	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 2803.26 kp/cm² Calculado: 0 kp/cm²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N19 -Placa base: Ancho X: 700 mm Ancho Y: 700 mm Espesor: 25 mm -Pernos: 4Ø32 mm L=40 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 96 mm Calculado: 601 mm	Cumple

Referencia: N19 -Placa base: Ancho X: 700 mm Ancho Y: 700 mm Espesor: 25 mm -Pernos: 4Ø32 mm L=40 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 39 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 11.153 t Calculado: 4.215 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 7.807 t Calculado: 0.044 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 11.153 t Calculado: 4.278 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 26.226 t Calculado: 4.027 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm² Calculado: 500.842 kp/cm²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 44.852 t Calculado: 0.04 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2803.26 kp/cm²	
- Derecha:	Calculado: 694.993 kp/cm²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 694.993 kp/cm²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 794.786 kp/cm²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 590.418 kp/cm²	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1615.8	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1615.8	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1179.11	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1587.35	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 2803.26 kp/cm² Calculado: 0 kp/cm²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N20 -Placa base: Ancho X: 700 mm Ancho Y: 500 mm Espesor: 25 mm -Pernos: 4Ø32 mm L=40 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 96 mm Calculado: 400 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple

Referencia: N20 -Placa base: Ancho X: 700 mm Ancho Y: 500 mm Espesor: 25 mm -Pernos: 4Ø32 mm L=40 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 39 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 11.153 t Calculado: 4.516 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 7.807 t Calculado: 0.044 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 11.153 t Calculado: 4.579 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 26.226 t Calculado: 4.286 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm² Calculado: 533.043 kp/cm²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 44.852 t Calculado: 0.04 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2803.26 kp/cm²	
- Derecha:	Calculado: 974.62 kp/cm²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 974.62 kp/cm²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 0 kp/cm²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 0 kp/cm²	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1230.29	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1230.29	Cumple
- Arriba:	Calculado: 100000	Cumple
- Abajo:	Calculado: 100000	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 2803.26 kp/cm² Calculado: 0 kp/cm²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N27 -Placa base: Ancho X: 700 mm Ancho Y: 700 mm Espesor: 25 mm -Pernos: 4Ø32 mm L=40 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 96 mm Calculado: 601 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 39 cm Calculado: 40 cm	Cumple

Referencia: N27 -Placa base: Ancho X: 700 mm Ancho Y: 700 mm Espesor: 25 mm -Pernos: 4Ø32 mm L=40 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 11.153 t Calculado: 3.393 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 7.807 t Calculado: 0.033 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 11.153 t Calculado: 3.44 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 26.226 t Calculado: 3.253 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm² Calculado: 404.627 kp/cm²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 44.852 t Calculado: 0.03 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2803.26 kp/cm²	
- Derecha:	Calculado: 539.983 kp/cm²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 539.983 kp/cm²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 642.124 kp/cm²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 432.763 kp/cm²	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 2192.34	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 2192.34	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1459.51	Cumple
- Abajo:	Calculado: 2165.81	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 2803.26 kp/cm² Calculado: 0 kp/cm²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N29 -Placa base: Ancho X: 500 mm Ancho Y: 700 mm Espesor: 25 mm -Pernos: 4Ø32 mm L=40 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 96 mm Calculado: 400 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 39 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 11.153 t Calculado: 5.704 t	Cumple

Referencia: N29 -Placa base: Ancho X: 500 mm Ancho Y: 700 mm Espesor: 25 mm -Pernos: 4Ø32 mm L=40 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
- Cortante:	Máximo: 7.807 t Calculado: 0.12 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 11.153 t Calculado: 5.876 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 26.226 t Calculado: 5.402 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm² Calculado: 672.203 kp/cm²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 44.852 t Calculado: 0.11 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2803.26 kp/cm²	
- Derecha:	Calculado: 0 kp/cm²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 0 kp/cm²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1493.83 kp/cm²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 680.666 kp/cm²	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 100000	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 100000	Cumple
- Arriba:	Calculado: 627.783	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1605.19	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 2803.26 kp/cm² Calculado: 0 kp/cm²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

3.- CIMENTACIÓN

3.1.- Elementos de cimentación aislados

3.1.1.- Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N17 y N18	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 160.0 cm Ancho inicial Y: 160.0 cm Ancho final X: 160.0 cm Ancho final Y: 160.0 cm Ancho zapata X: 320.0 cm Ancho zapata Y: 320.0 cm Canto: 65.0 cm	Sup X: 17Ø12c/19 Sup Y: 17Ø12c/19 Inf X: 17Ø12c/19 Inf Y: 17Ø12c/19

Referencias	Geometría	Armado
N19	Zapata rectangular excéntrica Área neta: 9.68 m² Ancho inicial X: 160.0 cm Ancho inicial Y: 160.0 cm Ancho final X: 160.0 cm Ancho final Y: 160.0 cm Ancho zapata X: 320.0 cm Ancho zapata Y: 320.0 cm Canto: 65.0 cm	Sup X: 17Ø12c/19 Sup Y: 17Ø12c/19 Inf X: 17Ø12c/19 Inf Y: 17Ø12c/19
N20	Zapata rectangular excéntrica Área neta: 10.46 m² Ancho inicial X: 210.0 cm Ancho inicial Y: 83.0 cm Ancho final X: 210.0 cm Ancho final Y: 210.0 cm Ancho zapata X: 420.0 cm Ancho zapata Y: 293.0 cm Canto: 95.0 cm	Sup X: 22Ø12c/13 Sup Y: 32Ø12c/13 Inf X: 22Ø12c/13 Inf Y: 32Ø12c/13
N27	Zapata rectangular excéntrica Área neta: 8.65 m² Ancho inicial X: 180.0 cm Ancho inicial Y: 97.9 cm Ancho final X: 180.0 cm Ancho final Y: 180.0 cm Ancho zapata X: 360.0 cm Ancho zapata Y: 277.9 cm Canto: 75.0 cm	Sup X: 10Ø16c/29 Sup Y: 12Ø16c/29 Inf X: 10Ø16c/29 Inf Y: 12Ø16c/29

3.1.2.- Medición

Referencias: N17 y N18		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	17x3.10 17x2.75	52.70 46.79
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	17x3.10 17x2.75	52.70 46.79
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	17x3.10 17x2.75	52.70 46.79
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	17x3.10 17x2.75	52.70 46.79
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	210.80 187.16	 187.16
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	231.88 205.88	 205.88

Referencia: N19		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	17x(1.25-3.40) 17x(1.11-3.02)	54.23 48.15
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	17x(3.09-3.56) 17x(2.74-3.16)	57.63 51.17
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	17x(1.25-3.40) 17x(1.11-3.02)	54.23 48.15
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	17x(3.09-3.56) 17x(2.74-3.16)	57.63 51.17

Referencia: N19		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	223.72 198.64	 198.64
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	246.09 218.50	 218.50

Referencia: N20		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	22x(0.49-4.40) 22x(0.44-3.91)	82.50 73.25
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	32x(2.56-3.40) 32x(2.27-3.02)	95.36 84.66
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	22x(0.49-4.40) 22x(0.44-3.91)	82.50 73.25
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	32x(2.56-3.40) 32x(2.27-3.02)	95.36 84.66
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	355.72 315.82	 315.82
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	391.29 347.40	 347.40

Referencia: N27		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	10x(0.43-3.82) 10x(0.68-6.03)	32.20 50.82
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	12x(2.59-3.26) 12x(4.09-5.15)	35.16 55.49
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	10x(0.49-3.88) 10x(0.77-6.12)	32.80 51.77
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	12x(2.71-3.38) 12x(4.28-5.33)	36.60 57.77
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	136.76 215.85	 215.85
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	150.44 237.44	 237.44

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
Elemento	Ø12	Ø16	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N17 y N18	2x205.88		411.76	2x6.66	2x1.02
Referencia: N19	218.50		218.50	6.29	0.97
Referencia: N20	347.40		347.40	9.94	1.05
Referencia: N27		237.44	237.44	6.48	0.86
Totales	977.66	237.44	1215.10	36.02	4.93

3.1.3.- Comprobación

Referencia: N17 Dimensiones: 320 x 320 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE Ingenieros*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 4 kp/cm² Calculado: 0.38 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 5 kp/cm² Calculado: 0.327 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 5 kp/cm² Calculado: 0.413 kp/cm²	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X *(1)*		No procede
- En dirección Y: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.* *(1) Sin momento de vuelco*	Reserva seguridad: 360.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 6.61 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 7.02 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 5.57 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 5.94 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Criterio de CYPE Ingenieros*	Máximo: 509.68 t/m² Calculado: 17.2 t/m²	Cumple
Canto mínimo: *Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N17:	Mínimo: 40 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08*	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: *Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08*	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple

Referencia: N17 Dimensiones: 320 x 320 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 73 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 73 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 73 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 73 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 73 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 73 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 73 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 73 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N18 Dimensiones: 320 x 320 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE Ingenieros*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 4 kp/cm² Calculado: 0.38 kp/cm²	Cumple

Referencia: N18 Dimensiones: 320 x 320 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 5 kp/cm² Calculado: 0.327 kp/cm² Máximo: 5 kp/cm² Calculado: 0.413 kp/cm²	Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: - En dirección X *(1)* - En dirección Y: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.* *(1) Sin momento de vuelco*	Reserva seguridad: 360.2 %	No procede Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 6.61 t·m Momento: 7.02 t·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 5.57 t Cortante: 5.94 t	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: *Criterio de CYPE Ingenieros*	Máximo: 509.68 t/m² Calculado: 17.2 t/m²	Cumple
Canto mínimo: *Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N18:	Mínimo: 40 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08* - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: *Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0002	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)* - Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple

Referencia: N18 Dimensiones: 320 x 320 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 73 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 73 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 73 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 73 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 73 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 73 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 73 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 73 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N19 Dimensiones: 320 x 320 x 65 (Área neta: 9.68 m²) Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE Ingenieros*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 4 kp/cm² Calculado: 0.392 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 5 kp/cm² Calculado: 0.367 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 5 kp/cm² Calculado: 0.481 kp/cm²	Cumple

Referencia: N19 Dimensiones: 320 x 320 x 65 (Área neta: 9.68 m²) Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 186.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 340.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 6.55 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 6.35 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 5.50 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 5.37 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Criterio de CYPE Ingenieros*	Máximo: 509.68 t/m² Calculado: 17.2 t/m²	Cumple
Canto mínimo: *Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N19:	Mínimo: 40 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08*	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: *Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08*	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple

Referencia: N19 Dimensiones: 320 x 320 x 65 (Área neta: 9.68 m²) Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 88 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 88 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 96 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 96 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 88 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 88 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 96 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 96 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 23 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N20 Dimensiones: 420 x 293 x 95 (Área neta: 10.46 m²) Armados: Xi:Ø12c/13 Yi:Ø12c/13 Xs:Ø12c/13 Ys:Ø12c/13		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE Ingenieros*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 4 kp/cm² Calculado: 0.473 kp/cm²	Cumple

Referencia: N20 Dimensiones: 420 x 293 x 95 (Área neta: 10.46 m²) Armados: Xi:Ø12c/13 Yi:Ø12c/13 Xs:Ø12c/13 Ys:Ø12c/13		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 5 kp/cm² Calculado: 0.691 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 5 kp/cm² Calculado: 0.966 kp/cm²	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1049.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 14.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 9.55 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 3.73 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 5.37 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 3.98 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: *Criterio de CYPE Ingenieros*	Máximo: 509.68 t/m² Calculado: 13.29 t/m²	Cumple
Canto mínimo: *Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 25 cm Calculado: 95 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N20:	Mínimo: 40 cm Calculado: 88 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08*	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: *Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08*	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple

Referencia: N20 Dimensiones: 420 x 293 x 95 (Área neta: 10.46 m²) Armados: Xi:Ø12c/13 Yi:Ø12c/13 Xs:Ø12c/13 Ys:Ø12c/13		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras: *Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 114 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 114 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 55 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 114 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 114 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 84 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple

Referencia: N20 Dimensiones: 420 x 293 x 95 (Área neta: 10.46 m²) Armados: Xi:Ø12c/13 Yi:Ø12c/13 Xs:Ø12c/13 Ys:Ø12c/13		
Comprobación	Valores	Estado
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N27 Dimensiones: 360 x 278 x 75 (Área neta: 8.65 m²) Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE Ingenieros*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 4 kp/cm² Calculado: 0.397 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 5 kp/cm² Calculado: 0.551 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 5 kp/cm² Calculado: 0.756 kp/cm²	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 718.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 4.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 6.29 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 1.60 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 4.56 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 4.00 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: *Criterio de CYPE Ingenieros*	Máximo: 509.68 t/m² Calculado: 11.98 t/m²	Cumple
Canto mínimo: *Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 25 cm Calculado: 75 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N27:	Mínimo: 40 cm Calculado: 67 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08*	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: *Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08*	Calculado: 0.001	

Referencia: N27 Dimensiones: 360 x 278 x 75 (Área neta: 8.65 m²) Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 101 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 101 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 32 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 32 cm Calculado: 32 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 123 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 38 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	

Referencia: N27 Dimensiones: 360 x 278 x 75 (Área neta: 8.65 m²) Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 32 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 32 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 38 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

3.2.- Vigas

3.2.1.- Descripción

Referencias	Geometría	Armado
C.1 [N18-N17], C.1 [N20-N19] y C.1 [N19-N18]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø12 Inferior: 2 Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C.1 [N27-N20]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø12 Inferior: 2 Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

3.2.2.- Medición

Referencias: C.1 [N18-N17], C.1 [N20-N19] y C.1 [N19-N18]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		2x5.37 2x4.77	10.74 9.54
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)		2x5.37 2x4.77	10.74 9.54
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	8x1.33 8x0.52		10.64 4.20
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	10.644 4.20	21.48 19.08	23.28
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	11.70 4.62	23.63 20.99	25.61

Referencia: C.1 [N27-N20]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		2x5.53 2x4.91	11.06 9.82
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)		2x5.53 2x4.91	11.06 9.82
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	5x1.33 5x0.52		6.65 2.62
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	6.65 2.62	22.12 19.64	22.26
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	7.32 2.88	24.33 21.61	24.49

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø8	Ø12	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: C.1 [N18-N17], C.1 [N20-N19] y C.1 [N19-N18]	3x4.62	3x20.99	76.83	3x0.30	3x0.07
Referencia: C.1 [N27-N20]	2.89	21.60	24.49	0.19	0.05
Totales	16.75	84.57	101.32	1.09	0.27

3.2.3.- Comprobación

Referencia: C.1 [N18-N17] (Viga de atado)
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
-Armadura superior: 2 Ø12
-Armadura inferior: 2 Ø12
-Estribos: 1xØ8c/30

Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 2.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: *Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N20-N19] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 2.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: *Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N19-N18] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 2.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: *Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N27-N20] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 2.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: *Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

8.2.- MUROS DE HORMIGÓN ARMADO

8.1.1.- MURO FRONTAL (FRONTIS)

ÍNDICE

1.- NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-25, Yc=1.5

Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15

Tipo de ambiente: Clase IIa

Recubrimiento en el intradós del muro: 3.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 20 mm

2.- ACCIONES

Empuje en el intradós: Pasivo

Empuje en el trasdós: Activo

3.- DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 8.00 m

Enrase: Intradós

Longitud del muro en planta: 14.00 m

Separación de las juntas: 5.00 m

Tipo de cimentación: Zapata corrida

4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0 %

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 0 %

Evacuación por drenaje: 100 %

Porcentaje de empuje pasivo: 100 %

Cota empuje pasivo: 0.50 m

Tensión admisible: 4.00 kp/cm²

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.58

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1	0.00 m	Densidad aparente: 1.80 kg/dm³ Densidad sumergida: 1.10 kg/dm³ Ángulo rozamiento interno: 30.00 grados Cohesión: 0.00 t/m²	Activo trasdós: 0.33 Pasivo intradós: 3.00

5.- GEOMETRÍA

MURO

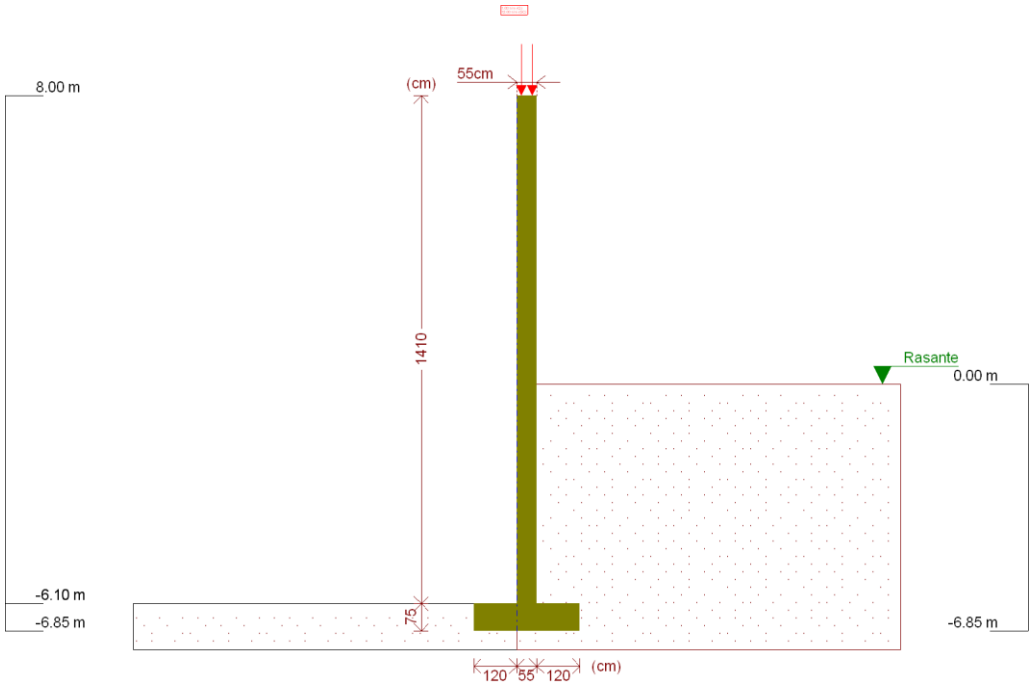
Altura: 14.10 m

Espesor superior: 55.0 cm
Espesor inferior: 55.0 cm

ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón
Canto: 75 cm
Vuelos intradós / trasdós: 120.0 / 120.0 cm
Hormigón de limpieza: 15 cm

6.- ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Fase

7.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON SOBRECARGAS

Cota (m)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
8.00	13.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.60	14.93	0.00	0.00	0.00	0.00
5.19	16.86	0.00	0.00	0.00	0.00
3.78	18.80	0.00	0.00	0.00	0.00
2.37	20.74	0.00	0.00	0.00	0.00
0.96	22.68	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.45	24.62	0.06	0.01	0.27	0.00
-1.86	26.56	1.03	0.64	1.11	0.00

Cota (m)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
-3.27	28.50	3.20	3.48	1.96	0.00
-4.68	30.43	6.56	10.22	2.80	0.00
-6.09	32.37	11.11	22.53	3.65	0.00
Máximos	32.39 Cota: -6.10 m	11.14 Cota: -6.10 m	22.64 Cota: -6.10 m	3.66 Cota: -6.10 m	0.00 Cota: 8.00 m
Mínimos	13.00 Cota: 8.00 m	0.00 Cota: 8.00 m	0.00 Cota: 8.00 m	0.00 Cota: 8.00 m	0.00 Cota: 8.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
8.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.60	2.93	0.00	0.00	0.00	0.00
5.19	4.86	0.00	0.00	0.00	0.00
3.78	6.80	0.00	0.00	0.00	0.00
2.37	8.74	0.00	0.00	0.00	0.00
0.96	10.68	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.45	12.62	0.06	0.01	0.27	0.00
-1.86	14.56	1.03	0.64	1.11	0.00
-3.27	16.50	3.20	3.48	1.96	0.00
-4.68	18.43	6.56	10.22	2.80	0.00
-6.09	20.37	11.11	22.53	3.65	0.00
Máximos	20.39 Cota: -6.10 m	11.14 Cota: -6.10 m	22.64 Cota: -6.10 m	3.66 Cota: -6.10 m	0.00 Cota: 8.00 m
Mínimos	1.00 Cota: 8.00 m	0.00 Cota: 8.00 m	0.00 Cota: 8.00 m	0.00 Cota: 8.00 m	0.00 Cota: 8.00 m

8.- COMBINACIONES

HIPÓTESIS

1 - Carga permanente
2 - Empuje de tierras
3 - Sobrecarga

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis		
Combinación	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.35	1.00	
3	1.00	1.50	
4	1.35	1.50	
5	1.00	1.00	1.50

	Hipótesis		
Combinación	1	2	3
6	1.35	1.00	1.50
7	1.00	1.50	1.50
8	1.35	1.50	1.50

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis		
Combinación	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.00	1.00	0.60

9.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN				
Armadura superior / 3 Ø20: inferior / 3 Ø20 Estribos: Ø10c/30 Canto viga: 44.8 cm Anclaje intradós / trasdós: 46 / 45 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø10c/30 Solape: 0.25 m	Ø8c/10	Ø16c/20 Solape: 0.55 m Refuerzo 1: Ø16 h=1.5 m	Ø8c/10
ZAPATA				
Armadura	Longitudinal	Transversal		
Superior	Ø12c/15	Ø12c/15 Longitud de anclaje en prolongación: 65 cm		
Inferior	Ø12c/15	Ø12c/10		
Longitud de pata en arranque: 30 cm				

10.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: Frontis		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE Ingenieros*	Máximo: 112.98 t/m Calculado: 16.71 t/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1* - Trasdós:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 9.2 cm	Cumple

Referencia: Muro: Frontis		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós:	Calculado: 9.2 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Trasdós:	Calculado: 10 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 10 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.001	
- Trasdós (-6.10 m):	Calculado: 0.001	Cumple
- Intradós (-6.10 m):	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)*	Calculado: 0.00091	
- Trasdós:	Mínimo: 0.00073	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 9e-005	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
- Trasdós (-6.10 m):	Calculado: 0.00365	Cumple
- Trasdós (-4.60 m):	Calculado: 0.00182	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00153	
- Trasdós (-6.10 m):	Calculado: 0.00365	Cumple
- Trasdós (-4.60 m):	Calculado: 0.00182	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027	
- Intradós (-6.10 m):	Calculado: 0.00047	Cumple
- Intradós (-4.60 m):	Calculado: 0.00047	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*	Calculado: 0.00047	
- Intradós (-6.10 m):	Mínimo: 9e-005	Cumple
- Intradós (-4.60 m):	Mínimo: 8e-005	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 2.5 cm	
- Trasdós:	Calculado: 7.6 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Armadura vertical Trasdós:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós:	Calculado: 30 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		Cumple

Referencia: Muro: Frontis		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 29.77 t/m Calculado: 14.02 t/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0.255 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.52 m Calculado: 0.55 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.25 m Calculado: 0.25 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*		
- Trasdós:	Mínimo: 45 cm Calculado: 45 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm Calculado: 46 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 6.2 cm² Calculado: 9.4 cm²	Cumple
Canto mínimo viga coronación: *Criterio de CYPE Ingenieros: el canto de la viga debe ser mayor que el ancho de la viga o 25 cm*	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
Área mínima estribos viga coronación: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 3.52 cm²/m Calculado: 5.23 cm²/m	Cumple
Separación máxima entre estribos: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -6.10 m
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -6.10 m
- Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -5.25 m, Md: 21.64 t·m/m, Nd: 19.22 t/m, Vd: 12.38 t/m, Tensión máxima del acero: 3.629 t/cm²
- Sección crítica a cortante: Cota: -5.59 m
- Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: -6.10 m, M: 22.64 t·m/m, N: 27.59 t/m

Referencia: Zapata corrida: Frontis		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		
- Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 2 Calculado: 2.16	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.67	Cumple

Referencia: Zapata corrida: Frontis		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: - Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1.*	Mínimo: 25 cm Calculado: 75 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media:	Máximo: 4 kp/cm² Calculado: 1.732 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima:	Máximo: 5 kp/cm² Calculado: 3.141 kp/cm²	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 4.69 cm²/m Calculado: 7.54 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 11.31 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 10.34 cm²/m Calculado: 11.31 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1.*	Máximo: 33.91 t/m	
- Trasdós:	Calculado: 9.17 t/m	Cumple
- Intradós:	Calculado: 19.84 t/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 28 cm Calculado: 67.6 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 25 cm Calculado: 67.6 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 18 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Recubrimiento: - Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1.*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø12	Cumple

Referencia: Zapata corrida: Frontis		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø12	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1.*	Máximo: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 10 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.16 (pag.129).*	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 10 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5.*	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 55.*	Mínimo: 0.00037 Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE-08. Artículo 55.*	Mínimo: 0.00025 Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura transversal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2.*	Mínimo: 0.00144 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armadura transversal superior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2.*	Mínimo: 0.00081 Calculado: 0.001	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 14.01 t·m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 30.55 t·m/m		

11.- MEDICIÓN

Referencia: Muro		B 500 S, Ys=1.15					Total
Nombre de armado		Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)		48x14.51 48x8.95				696.48 429.41

Referencia: Muro		B 500 S, Ys=1.15					Total
Nombre de armado		Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)	142x13.86 142x5.47					1968.12 776.66
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)				71x14.49 71x22.87		1028.79 1623.76
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)	142x13.86 142x5.47					1968.12 776.66
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (kg)					3x13.86 3x34.18	41.58 102.54
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (kg)					3x13.86 3x34.18	41.58 102.54
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (kg)		48x1.95 48x1.20				93.60 57.71
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m) Peso (kg)			140x2.81 140x2.49			393.40 349.27
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)			20x13.86 20x12.31			277.20 246.11
Armadura superior - Transversal	Longitud (m) Peso (kg)			94x1.78 94x1.58			167.32 148.55
Armadura superior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)			9x13.86 9x12.31			124.74 110.75
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m) Peso (kg)		48x1.22 48x0.75				58.56 36.10
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m) Peso (kg)				71x1.52 71x2.40		107.92 170.33
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m) Peso (kg)				70x2.47 70x3.90		172.90 272.89
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	3936.24 1553.32	848.64 523.22	962.66 854.68	1309.61 2066.98	83.16 205.08	5203.28
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	4329.86 1708.65	933.50 575.54	1058.93 940.15	1440.57 2273.68	91.48 225.59	5723.61

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

	B 500 S, Ys=1.15 (kg)						Hormigón (m³)	
Elemento	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencia: Muro	1708.65	575.54	940.15	2273.68	225.59	5723.61	139.55	6.20
Totales	1708.65	575.54	940.15	2273.68	225.59	5723.61	139.55	6.20

8.1.2.- MURO IZQUIERDO (PARED IZQUIERDA)

ÍNDICE

1.- NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-25, Yc=1.5

Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15

Tipo de ambiente: Clase IIa

Recubrimiento en el intradós del muro: 3.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 20 mm

2.- ACCIONES

Empuje en el intradós: Pasivo

Empuje en el trasdós: Activo

3.- DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 6.75 m

Enrase: Intradós

Longitud del muro en planta: 30.50 m

Separación de las juntas: 5.00 m

Tipo de cimentación: Zapata corrida

4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0 %

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 0 %

Evacuación por drenaje: 100 %

Porcentaje de empuje pasivo: 100 %

Cota empuje pasivo: 0.50 m

Tensión admisible: 4.00 kp/cm²

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.58

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1	0.00 m	Densidad aparente: 1.80 kg/dm³ Densidad sumergida: 1.10 kg/dm³ Ángulo rozamiento interno: 30.00 grados Cohesión: 0.00 t/m²	Activo trasdós: 0.33 Pasivo intradós: 3.00

5.- GEOMETRÍA

MURO

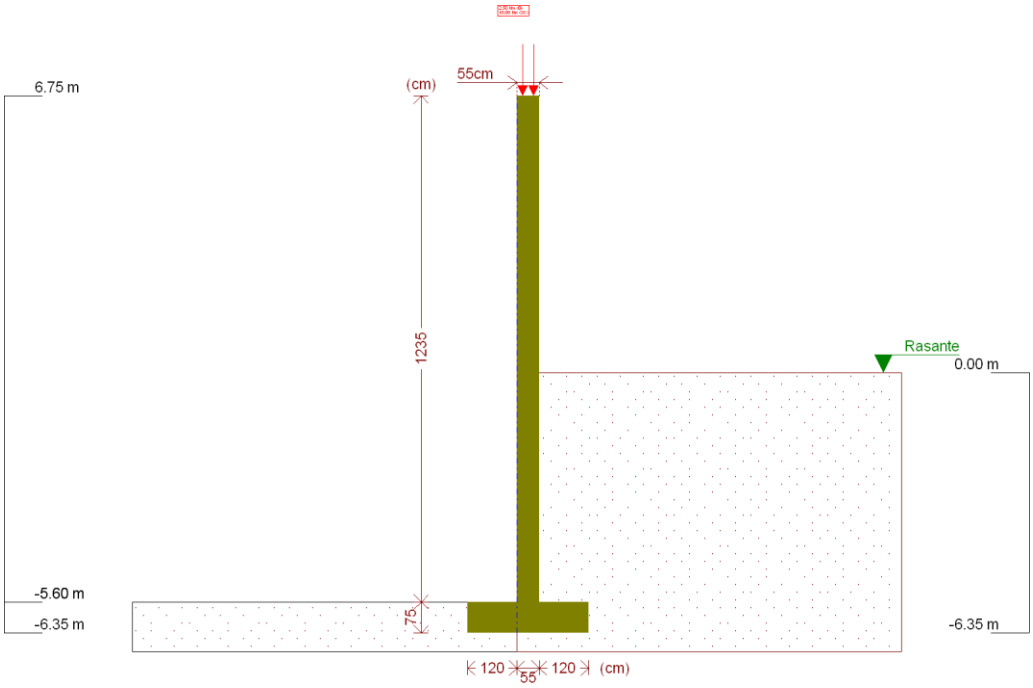
Altura: 12.35 m

Espesor superior: 55.0 cm
Espesor inferior: 55.0 cm

ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón
Canto: 75 cm
Vuelos intradós / trasdós: 120.0 / 120.0 cm
Hormigón de limpieza: 15 cm

6.- ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Fase

7.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON SOBRECARGAS

Cota (m)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
6.75	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00
5.53	14.18	0.00	0.00	0.00	0.00
4.30	15.87	0.00	0.00	0.00	0.00
3.07	17.56	0.00	0.00	0.00	0.00
1.84	19.25	0.00	0.00	0.00	0.00
0.61	20.94	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.62	22.63	0.11	0.02	0.37	0.00
-1.85	24.32	1.02	0.63	1.11	0.00

Cota (m)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
-3.08	26.02	2.84	2.91	1.84	0.00
-4.31	27.71	5.56	7.98	2.58	0.00
-5.54	29.40	9.19	16.96	3.32	0.00
Máximos	29.48 Cota: -5.60 m	9.39 Cota: -5.60 m	17.51 Cota: -5.60 m	3.36 Cota: -5.60 m	0.00 Cota: 6.75 m
Mínimos	12.50 Cota: 6.75 m	0.00 Cota: 6.75 m	0.00 Cota: 6.75 m	0.00 Cota: 6.75 m	0.00 Cota: 6.75 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
6.75	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00
5.53	4.18	0.00	0.00	0.00	0.00
4.30	5.87	0.00	0.00	0.00	0.00
3.07	7.56	0.00	0.00	0.00	0.00
1.84	9.25	0.00	0.00	0.00	0.00
0.61	10.94	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.62	12.63	0.11	0.02	0.37	0.00
-1.85	14.32	1.02	0.63	1.11	0.00
-3.08	16.02	2.84	2.91	1.84	0.00
-4.31	17.71	5.56	7.98	2.58	0.00
-5.54	19.40	9.19	16.96	3.32	0.00
Máximos	19.48 Cota: -5.60 m	9.39 Cota: -5.60 m	17.51 Cota: -5.60 m	3.36 Cota: -5.60 m	0.00 Cota: 6.75 m
Mínimos	2.50 Cota: 6.75 m	0.00 Cota: 6.75 m	0.00 Cota: 6.75 m	0.00 Cota: 6.75 m	0.00 Cota: 6.75 m

8.- COMBINACIONES

HIPÓTESIS

1 - Carga permanente
2 - Empuje de tierras
3 - Sobrecarga

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis		
Combinación	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.35	1.00	
3	1.00	1.50	
4	1.35	1.50	
5	1.00	1.00	1.50

	Hipótesis		
Combinación	1	2	3
6	1.35	1.00	1.50
7	1.00	1.50	1.50
8	1.35	1.50	1.50

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis		
Combinación	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.00	1.00	0.60

9.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN				
Armadura superior / 3 Ø20: inferior / 3 Ø20 Estribos: Ø10c/30 Canto viga: 44.8 cm Anclaje intradós / trasdós: 46 / 45 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø10c/30 Solape: 0.25 m	Ø8c/10	Ø16c/20 Solape: 0.55 m Refuerzo 1: Ø16 h=1.5 m	Ø8c/10

ZAPATA		
Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø12c/15	Ø12c/15 Longitud de anclaje en prolongación: 65 cm
Inferior	Ø12c/15	Ø16c/20
Longitud de pata en arranque: 30 cm		

10.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: Izq		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE Ingenieros*	Máximo: 112.98 t/m Calculado: 14.08 t/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1* - Trasdós:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 9.2 cm	Cumple

Referencia: Muro: Izq		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós:	Calculado: 9.2 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1* - Trasdós: - Intradós:	 Máximo: 30 cm Calculado: 10 cm Calculado: 10 cm	 Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5* - Trasdós (-5.60 m): - Intradós (-5.60 m):	 Mínimo: 0.001 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	 Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)* - Trasdós: - Intradós:	 Calculado: 0.00091 Mínimo: 0.00073 Mínimo: 9e-005	 Cumple Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5* - Trasdós (-5.60 m): - Trasdós (-4.10 m):	 Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00365 Calculado: 0.00182	 Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2* - Trasdós (-5.60 m): - Trasdós (-4.10 m):	 Mínimo: 0.00153 Calculado: 0.00365 Calculado: 0.00182	 Cumple Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5* - Intradós (-5.60 m): - Intradós (-4.10 m):	 Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.00047 Calculado: 0.00047	 Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3* - Intradós (-5.60 m): - Intradós (-4.10 m):	 Calculado: 0.00047 Mínimo: 8e-005 Mínimo: 7e-005	 Cumple Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1* - Trasdós: - Intradós:	 Mínimo: 2.5 cm Calculado: 7.6 cm Calculado: 28 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1* - Armadura vertical Trasdós: - Armadura vertical Intradós:	 Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 30 cm	 Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		Cumple

Referencia: Muro: Izq		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 29.65 t/m Calculado: 11.62 t/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0.17 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.52 m Calculado: 0.55 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.25 m Calculado: 0.25 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*		
- Trasdós:	Mínimo: 45 cm Calculado: 45 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm Calculado: 46 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 6.2 cm² Calculado: 9.4 cm²	Cumple
Canto mínimo viga coronación: *Criterio de CYPE Ingenieros: el canto de la viga debe ser mayor que el ancho de la viga o 25 cm*	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
Área mínima estribos viga coronación: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 3.52 cm²/m Calculado: 5.23 cm²/m	Cumple
Separación máxima entre estribos: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -5.60 m
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -5.60 m
- Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -4.75 m, Md: 16.03 t·m/m, Nd: 18.31 t/m, Vd: 10.13 t/m, Tensión máxima del acero: 2.499 t/cm²
- Sección crítica a cortante: Cota: -5.09 m
- Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: -5.60 m, M: 17.51 t·m/m, N: 25.48 t/m

Referencia: Zapata corrida: Izq		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		
- Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 2 Calculado: 2.56	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.85	Cumple

Referencia: Zapata corrida: Izq		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: - Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1.*	Mínimo: 25 cm Calculado: 75 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media:	Máximo: 4 kp/cm² Calculado: 1.596 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima:	Máximo: 5 kp/cm² Calculado: 2.621 kp/cm²	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 3.64 cm²/m Calculado: 7.54 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0.2 cm²/m Calculado: 10.05 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 8.61 cm²/m Calculado: 10.05 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1.*	Máximo: 33.91 t/m	
- Trasdós:	Calculado: 7.55 t/m	Cumple
- Intradós:	Calculado: 16.45 t/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 16 cm Calculado: 67.2 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 17 cm Calculado: 67.2 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 15 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Recubrimiento: - Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1.*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø16	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø12	Cumple

Referencia: Zapata corrida: Izq		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø12	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1.*	Máximo: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.16 (pag.129).*	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5.*	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 55.*	Mínimo: 0.00033 Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE-08. Artículo 55.*	Mínimo: 0.00025 Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura transversal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2.*	Mínimo: 0.00129 Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura transversal superior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2.*	Mínimo: 0.00065 Calculado: 0.001	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 10.91 t·m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 25.54 t·m/m		

11.- MEDICIÓN

Referencia: Muro		B 500 S, Ys=1.15					Total
Nombre de armado		Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)		103x12.76 103x7.87				1314.28 810.30

Referencia: Muro		B 500 S, Ys=1.15					Total
Nombre de armado		Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)	124x30.36 124x11.98					3764.64 1485.60
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)				153x12.74 153x20.11		1949.22 3076.49
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)	124x30.36 124x11.98					3764.64 1485.60
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (kg)					3x30.36 3x74.87	91.08 224.62
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (kg)					3x30.36 3x74.87	91.08 224.62
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (kg)		103x1.95 103x1.20				200.85 123.83
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m) Peso (kg)				153x2.81 153x4.44		429.93 678.57
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)			20x30.36 20x26.95			607.20 539.09
Armadura superior - Transversal	Longitud (m) Peso (kg)			204x1.78 204x1.58			363.12 322.39
Armadura superior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)			9x30.36 9x26.95			273.24 242.59
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m) Peso (kg)		103x1.22 103x0.75				125.66 77.47
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m) Peso (kg)				153x1.51 153x2.38		231.03 364.64
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m) Peso (kg)				152x2.46 152x3.88		373.92 590.17
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	7529.28 2971.20	1640.79 1011.60	1243.56 1104.07	2984.10 4709.87	182.16 449.24	10245.98
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	8282.21 3268.32	1804.87 1112.76	1367.92 1214.48	3282.51 5180.85	200.38 494.17	11270.58

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)						Hormigón (m³)	
	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencia: Muro	3268.32	1112.76	1214.48	5180.86	494.16	11270.58	274.65	13.50

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)						Hormigón (m³)	
	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Totales	3268.32	1112.76	1214.48	5180.86	494.16	11270.58	274.65	13.50

8.1.3.- MURO POSTERIOR (REBOTE)

ÍNDICE

1.- NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-25, Yc=1.5

Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15

Tipo de ambiente: Clase IIa

Recubrimiento en el intradós del muro: 3.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 20 mm

2.- ACCIONES

Empuje en el intradós: Pasivo

Empuje en el trasdós: Activo

3.- DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 1.00 m

Enrase: Intradós

Longitud del muro en planta: 10.00 m

Separación de las juntas: 5.00 m

Tipo de cimentación: Zapata corrida

4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0 %

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 0 %

Evacuación por drenaje: 100 %

Porcentaje de empuje pasivo: 100 %

Cota empuje pasivo: 0.50 m

Tensión admisible: 4.00 kp/cm²

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.58

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1	0.00 m	Densidad aparente: 1.80 kg/dm³ Densidad sumergida: 1.10 kg/dm³ Ángulo rozamiento interno: 30.00 grados Cohesión: 0.00 t/m²	Activo trasdós: 0.33 Pasivo intradós: 3.00

5.- GEOMETRÍA

MURO

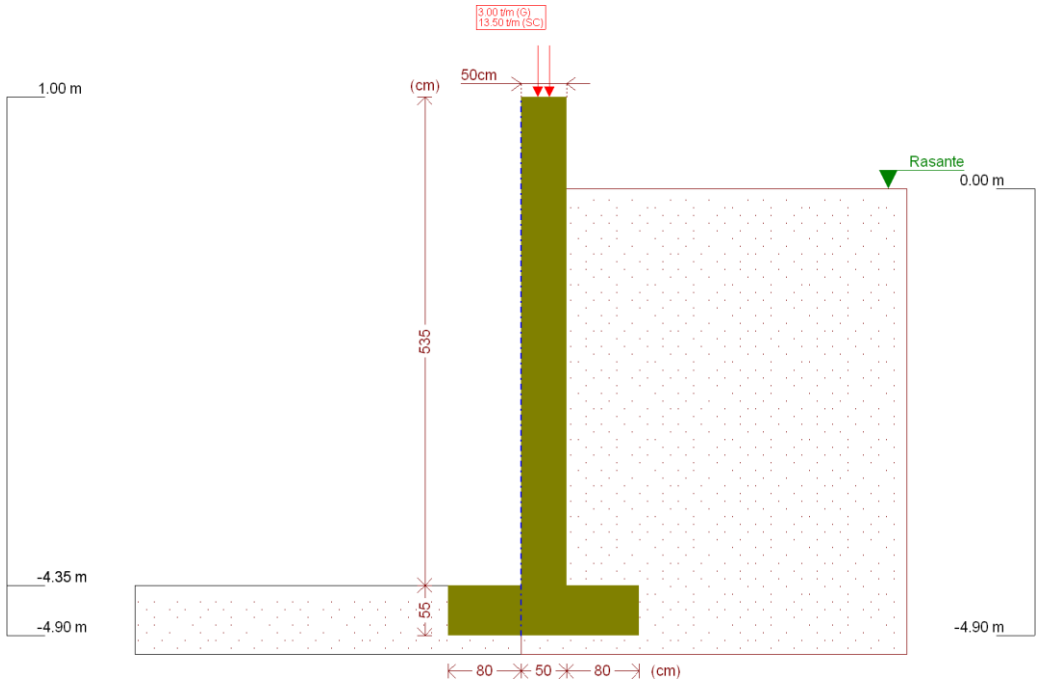
Altura: 5.35 m

Espesor superior: 50.0 cm
Espesor inferior: 50.0 cm

ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón
Canto: 55 cm
Vuelos intradós / trasdós: 80.0 / 80.0 cm
Hormigón de limpieza: 15 cm

6.- ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Fase

7.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON SOBRECARGAS

Cota (m)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
1.00	16.50	0.00	0.00	0.00	0.00
0.48	17.15	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.05	17.81	0.00	0.00	0.03	0.00
-0.58	18.48	0.10	0.02	0.35	0.00
-1.11	19.14	0.37	0.13	0.66	0.00
-1.64	19.80	0.80	0.44	0.98	0.00
-2.17	20.46	1.41	1.01	1.30	0.00
-2.70	21.12	2.18	1.96	1.62	0.00

Cota (m)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
-3.23	21.79	3.12	3.35	1.93	0.00
-3.76	22.45	4.23	5.29	2.25	0.00
-4.29	23.11	5.51	7.87	2.57	0.00
Máximos	23.19 Cota: -4.35 m	5.66 Cota: -4.35 m	8.20 Cota: -4.35 m	2.61 Cota: -4.35 m	0.00 Cota: 1.00 m
Mínimos	16.50 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
1.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.48	3.65	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.05	4.31	0.00	0.00	0.03	0.00
-0.58	4.98	0.10	0.02	0.35	0.00
-1.11	5.64	0.37	0.13	0.66	0.00
-1.64	6.30	0.80	0.44	0.98	0.00
-2.17	6.96	1.41	1.01	1.30	0.00
-2.70	7.62	2.18	1.96	1.62	0.00
-3.23	8.29	3.12	3.35	1.93	0.00
-3.76	8.95	4.23	5.29	2.25	0.00
-4.29	9.61	5.51	7.87	2.57	0.00
Máximos	9.69 Cota: -4.35 m	5.66 Cota: -4.35 m	8.20 Cota: -4.35 m	2.61 Cota: -4.35 m	0.00 Cota: 1.00 m
Mínimos	3.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m

8.- COMBINACIONES

HIPÓTESIS

1 - Carga permanente
2 - Empuje de tierras
3 - Sobrecarga

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis		
Combinación	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.35	1.00	
3	1.00	1.50	
4	1.35	1.50	
5	1.00	1.00	1.50

	Hipótesis		
Combinación	1	2	3
6	1.35	1.00	1.50
7	1.00	1.50	1.50
8	1.35	1.50	1.50

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis		
Combinación	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.00	1.00	0.60

9.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN				
Armadura superior / 3 Ø16: inferior / 3 Ø16 Estribos: Ø8c/30 Canto viga: 40.4 cm Anclaje intradós / trasdós: 41 / 41 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø10c/30 Solape: 0.25 m	Ø8c/10	Ø10c/10 Solape: 0.5 m	Ø8c/10

ZAPATA		
Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø12c/20	Ø12c/20 Longitud de anclaje en prolongación: 60 cm
Inferior	Ø12c/20	Ø12c/15 Patilla intradós / trasdós: 11 / 11 cm
Longitud de pata en arranque: 30 cm		

10.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: Rebote		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE Ingenieros*	Máximo: 59.64 t/m Calculado: 8.49 t/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1* - Trasdós:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 9.2 cm	Cumple

Referencia: Muro: Rebote		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós:	Calculado: 9.2 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1* - Trasdós: - Intradós:	Máximo: 30 cm Calculado: 10 cm Calculado: 10 cm	 Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5* - Trasdós (-4.35 m): - Intradós (-4.35 m):	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	 Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)* - Trasdós: - Intradós:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.00031 Mínimo: 0.0001	 Cumple Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós (-4.35 m): *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00157	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós (-4.35 m): *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00153 Calculado: 0.00157	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Intradós (-4.35 m): *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.00052	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: - Intradós (-4.35 m): *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*	Mínimo: 7e-005 Calculado: 0.00052	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1* - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 8 cm Calculado: 28 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1* - Armadura vertical Trasdós: - Armadura vertical Intradós:	Máximo: 30 cm Calculado: 10 cm Calculado: 30 cm	 Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 26.52 t/m Calculado: 6.77 t/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0 mm	Cumple

Referencia: Muro: Rebote		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.5 m Calculado: 0.5 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.25 m Calculado: 0.25 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Calculado: 41 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 41 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 4 cm² Calculado: 6 cm²	Cumple
Canto mínimo viga coronación: *Criterio de CYPE Ingenieros: el canto de la viga debe ser mayor que el ancho de la viga o 25 cm*	Mínimo: 40 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Área mínima estribos viga coronación: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 3.17 cm²/m Calculado: 3.35 cm²/m	Cumple
Separación máxima entre estribos: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -4.35 m
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -4.35 m
- Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -4.35 m, Md: 12.30 t·m/m, Nd: 9.69 t/m, Vd: 8.50 t/m, Tensión máxima del acero: 3.015 t/cm²
- Sección crítica a cortante: Cota: -3.89 m

Referencia: Zapata corrida: Rebote		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		
- Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 2 Calculado: 2.03	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.54	Cumple
Canto mínimo: - Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1.*	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media:	Máximo: 4 kp/cm² Calculado: 1.539 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima:	Máximo: 5 kp/cm² Calculado: 2.581 kp/cm²	Cumple

Referencia: Zapata corrida: Rebote		
Comprobación	Valores	Estado
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 2.31 cm²/m Calculado: 5.65 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0.63 cm²/m Calculado: 7.54 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 5.78 cm²/m Calculado: 7.54 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1.*	Máximo: 26.57 t/m	
- Trasdós:	Calculado: 4.06 t/m	Cumple
- Intradós:	Calculado: 10.11 t/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 17 cm Calculado: 47.6 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 25 cm Calculado: 47.6 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 11 cm Calculado: 11 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 11 cm Calculado: 11 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Recubrimiento: - Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1.*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø12	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1.*	Máximo: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple

Referencia: Zapata corrida: Rebote		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: *J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.16 (pag.129).*	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5.*	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.00102	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00102	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00137	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00102	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 55.*	Mínimo: 0.00034 Calculado: 0.00102	Cumple
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE-08. Artículo 55.*	Mínimo: 0.00025 Calculado: 0.00102	Cumple
- Armadura transversal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2.*	Mínimo: 0.00121 Calculado: 0.00137	Cumple
- Armadura transversal superior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2.*	Mínimo: 0.00057 Calculado: 0.00102	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 4.89 t·m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 12.11 t·m/m		

11.- MEDICIÓN

Referencia: Muro		B 500 S, Ys=1.15				Total
Nombre de armado		Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)		34x5.71 34x3.52			194.14 119.69
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)	54x9.86 54x3.89				532.44 210.11
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)		100x5.71 100x3.52			571.00 352.04

Referencia: Muro		B 500 S, Ys=1.15				Total
Nombre de armado		Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)	54x9.86 54x3.89				532.44 210.11
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (kg)				3x9.86 3x15.56	29.58 46.69
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (kg)				3x9.86 3x15.56	29.58 46.69
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (kg)	34x1.74 34x0.69				59.16 23.35
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m) Peso (kg)			67x2.17 67x1.93		145.39 129.08
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)			11x9.86 11x8.75		108.46 96.29
Armadura superior - Transversal	Longitud (m) Peso (kg)			51x1.33 51x1.18		67.83 60.22
Armadura superior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)			5x9.86 5x8.75		49.30 43.77
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m) Peso (kg)		34x1.02 34x0.63			34.68 21.38
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m) Peso (kg)		100x1.27 100x0.78			127.00 78.30
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	1124.04 443.57	926.82 571.41	370.98 329.36	59.16 93.38	1437.72
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	1236.44 487.93	1019.50 628.55	408.08 362.29	65.08 102.72	1581.49

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

	B 500 S, Ys=1.15 (kg)					Hormigón (m³)	
Elemento	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencia: Muro	487.93	628.55	362.29	102.72	1581.49	38.30	3.15
Totales	487.93	628.55	362.29	102.72	1581.49	38.30	3.15

Pamplona a 13 de Febrero de 2015

Fdo. ASIER ASIN SANZ

Ingeniero Técnico Industrial Mecánico

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

ESPACIO PÚBLICO CUBIERTO

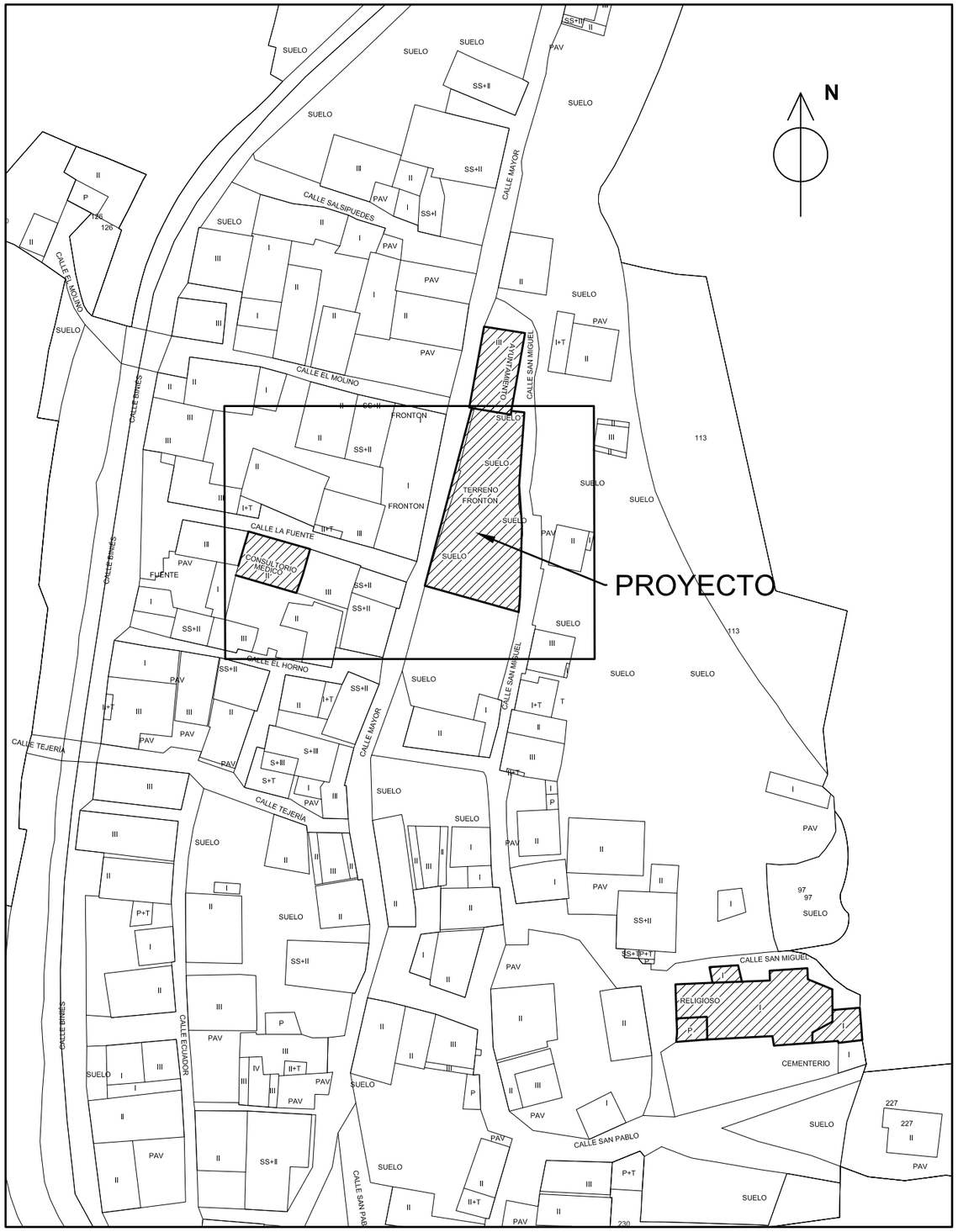
DOCUMENTO 3: PLANOS

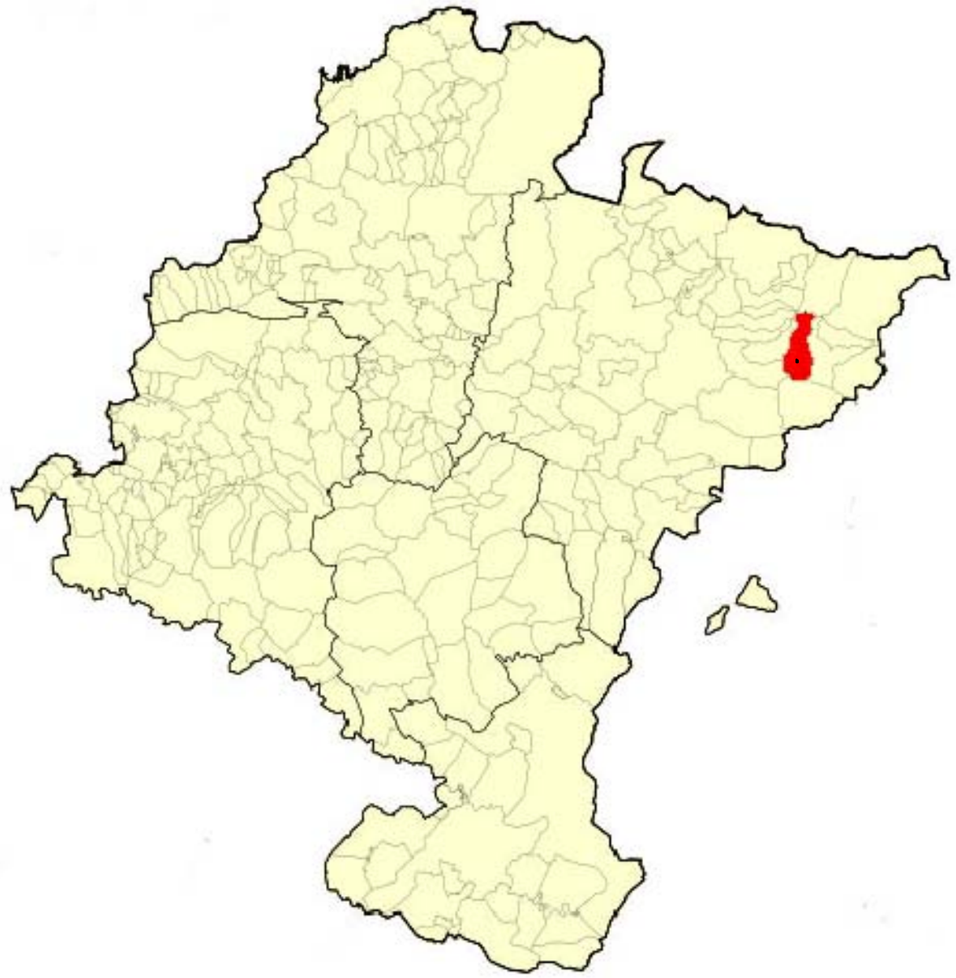
Alumno: Asier Asin Sanz

Tutor: María Jesús Vilas Carballo

Pamplona, 13 de Febrero de 2015

ÍNDICE



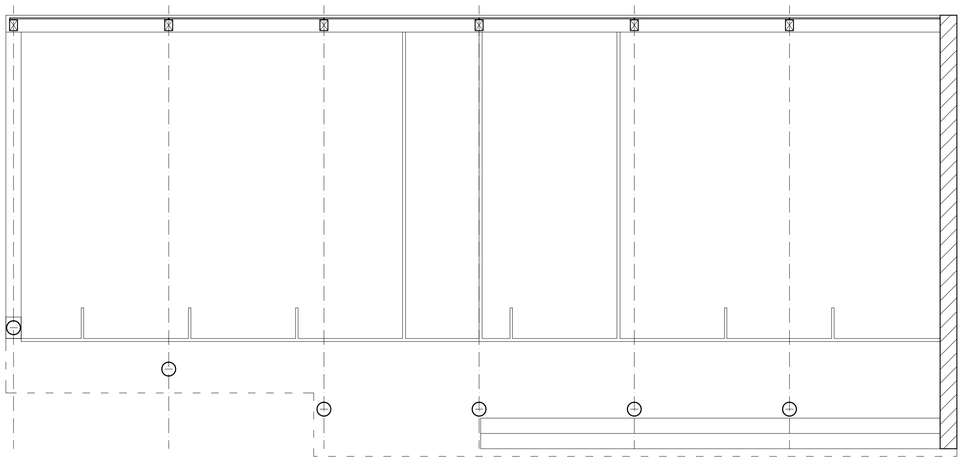


Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL**		
PROYECTO: **ESPACIO PÚBLICO CUBIERTO**		REALIZADO: **ASIN SANZ, ASIER** FIRMA:		
PLANO: **SITUACIÓN GENERAL**		FECHA: **13/02/15**	ESCALA: **1:1000**	Nº PLANO: **01**

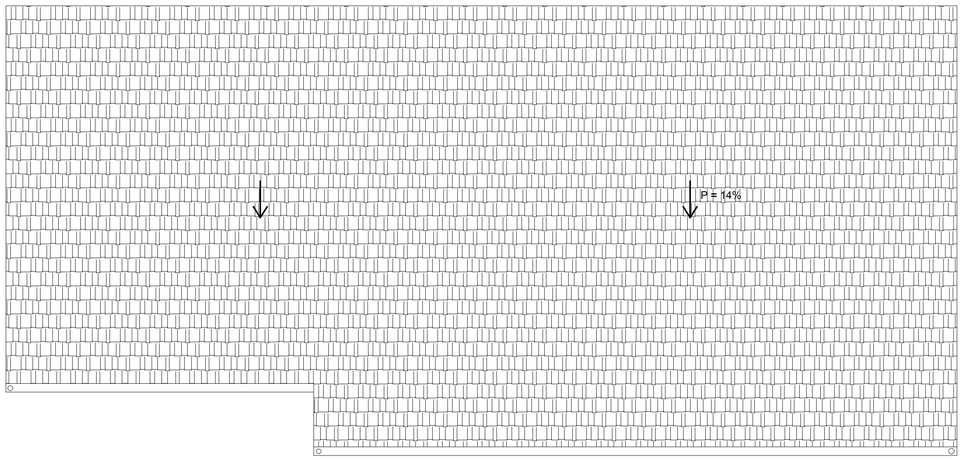
upna Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Cotas en m

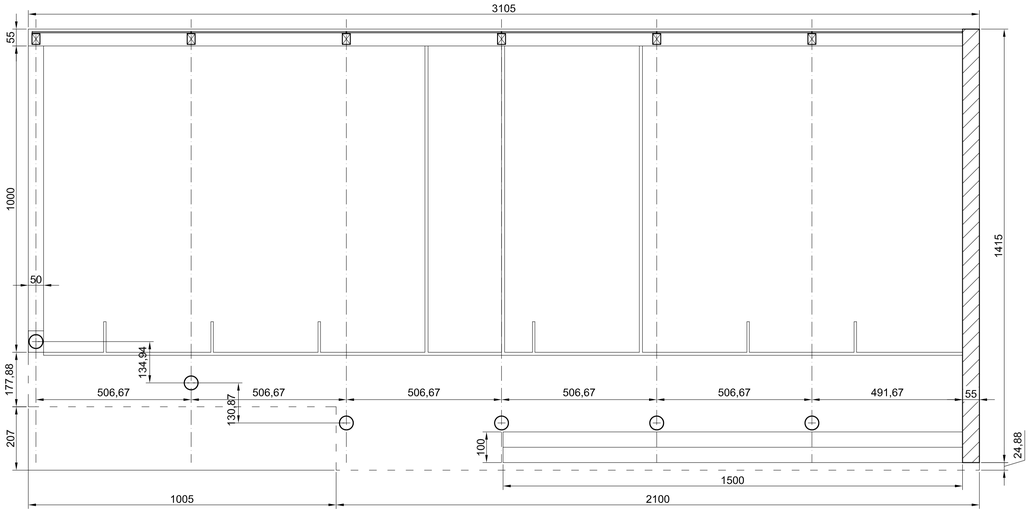
Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL**		
PROYECTO: **ESPACIO PÚBLICO CUBIERTO**		REALIZADO: **ASIN SANZ, ASIER** FIRMA:		
PLANO: **EMPLAZAMIENTO**		FECHA: **13/02/15**	ESCALA: **1:200**	Nº PLANO: **02**



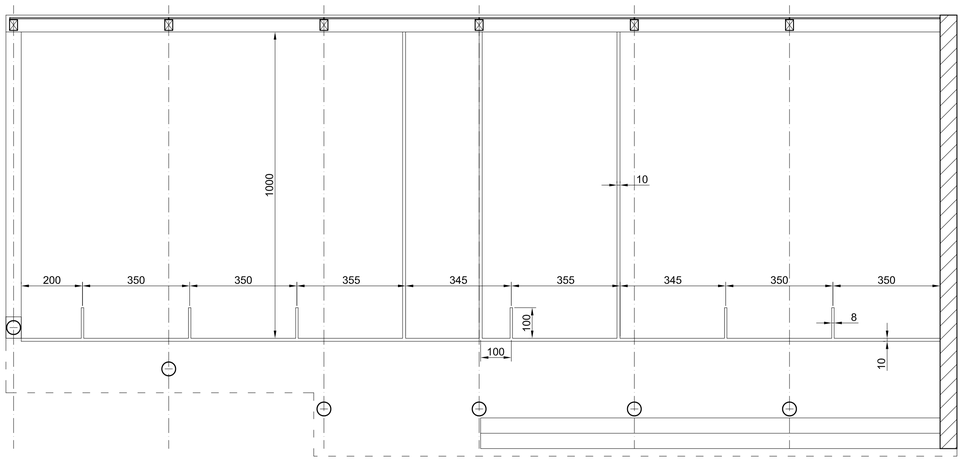
PLANTA GENERAL



PLANTA DE CUBIERTA



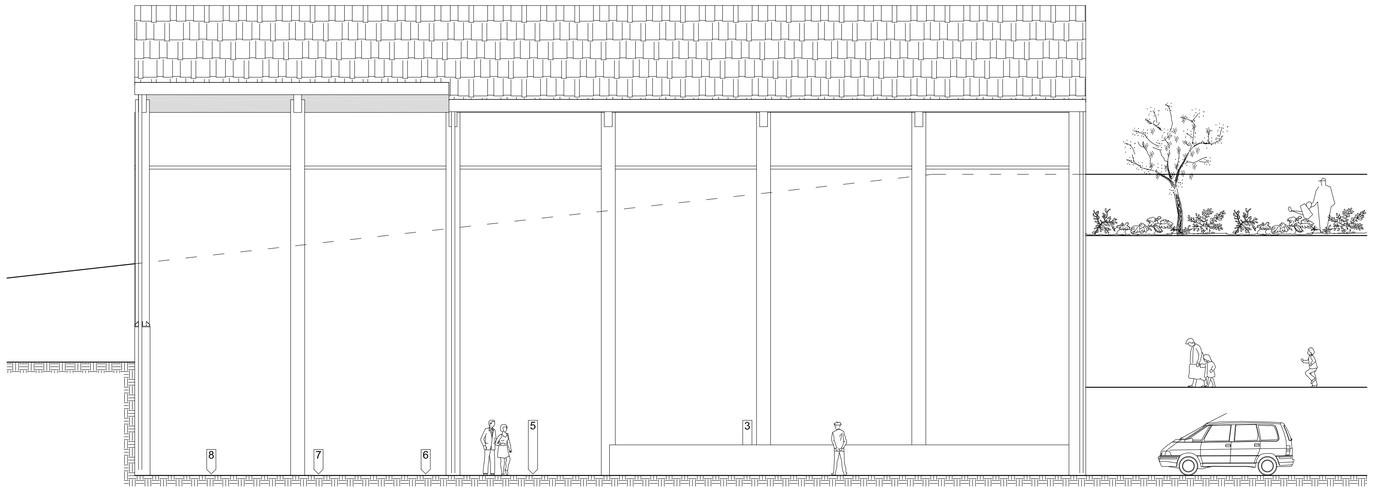
PLANTA ACOTADA



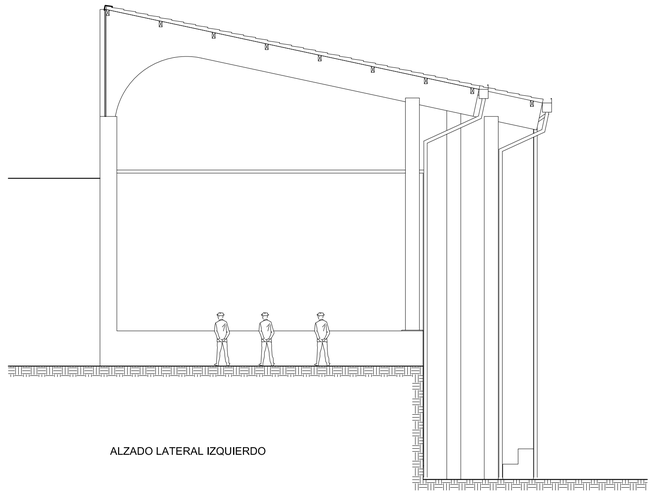
PLANTA DE PISTA

Cotas en cm

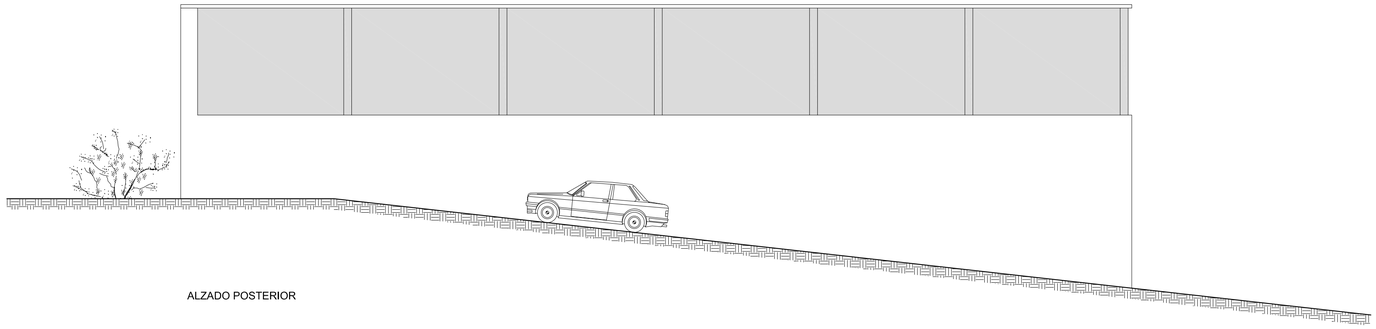
Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL**
PROYECTO: **ESPACIO PÚBLICO CUBIERTO**		REALIZADO: **ASIN SANZ, ASIER** FIRMA:
PLANO: **PLANTA PISTA Y PANTA CUBIERTA**		FECHA: **13/02/15** ESCALA: **1:100** Nº PLANO: **03**



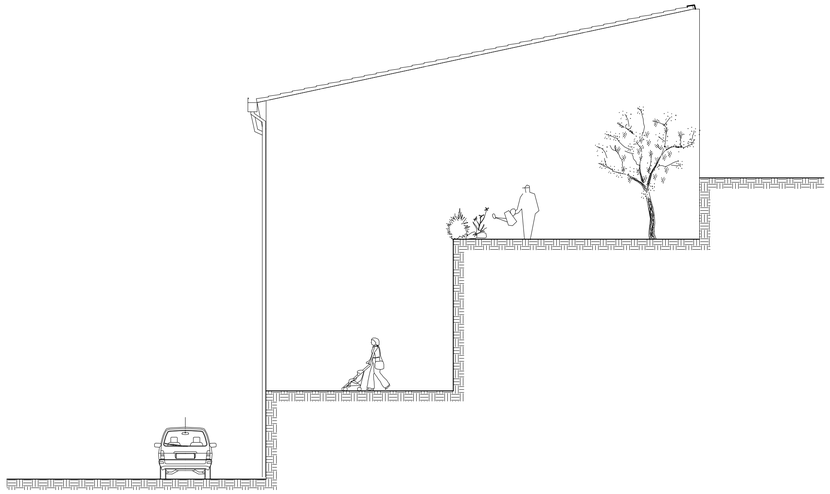
ALZADO PRINCIPAL



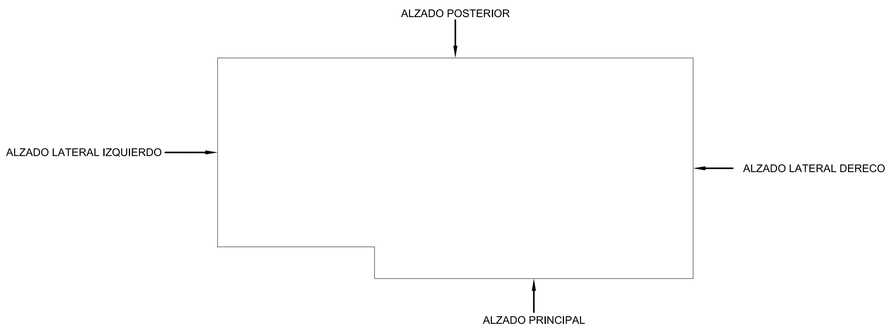
ALZADO LATERAL IZQUIERDO



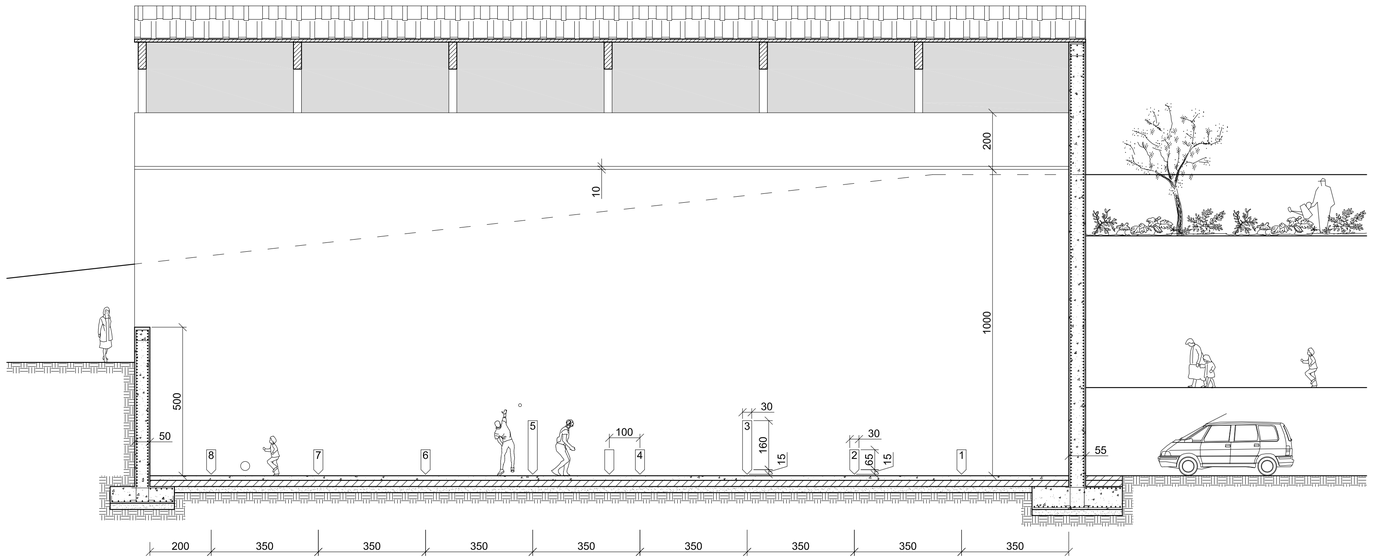
ALZADO POSTERIOR



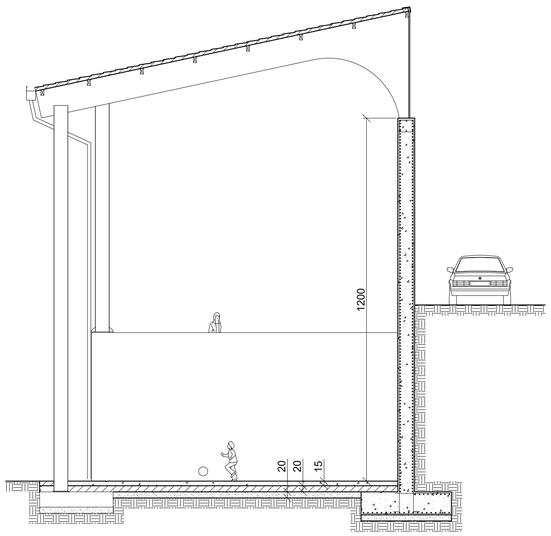
ALZADO LATERAL DERECHO



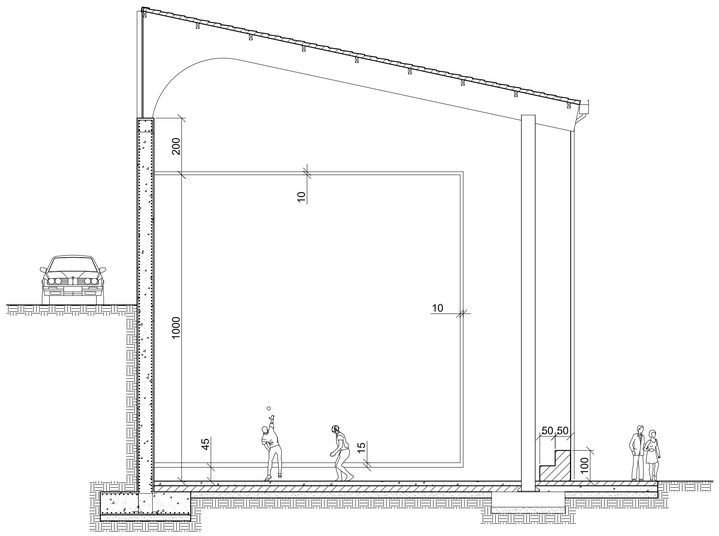
Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL**		
PROYECTO: **ESPACIO PÚBLICO CUBIERTO**		REALIZADO: **ASIN SANZ, ASIER**		
		FIRMA:		
PLANO: **ALZADOS**		FECHA: **13/02/15**	ESCALA: **1:100**	Nº PLANO: **04**



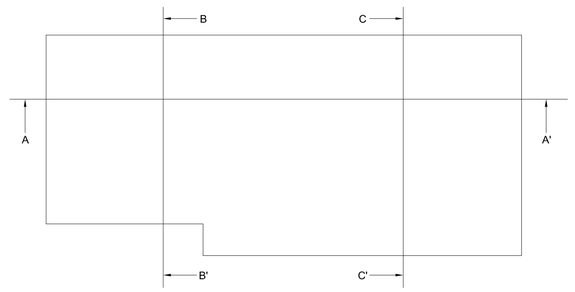
SECCIÓN A-A



SECCIÓN B-B



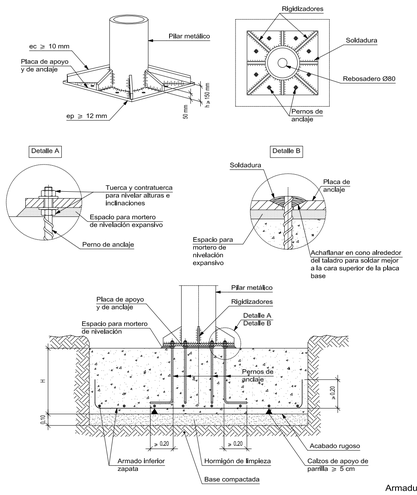
SECCIÓN C-C



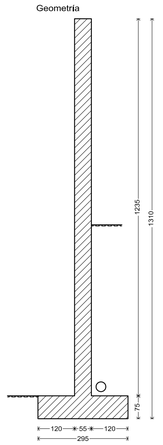
Cotas en cm

Universidad Pública de Navarra *Nafarroako Unibertsitate Publikoa*	**E.T.S.I.I.T.** **INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.**	DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL**
PROYECTO: **ESPACIO PÚBLICO CUBIERTO**		REALIZADO: **ASIN SANZ, ASIER** FIRMA:
PLANO: **SECCIONES CONSTRUCTIVAS**	FECHA: **13/02/15** ESCALA: **1:100**	Nº PLANO: **05**

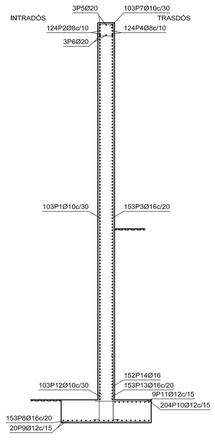
Arranque de pilar (circular) en cimentación. Unión rígida.



Muro Tipo M2

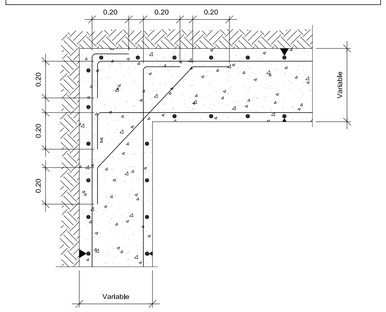


Armadura

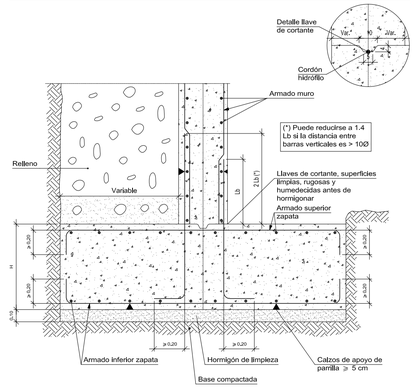


Armado Muro M2								
POSICIÓN	Ø mm	NÚM. PIEZAS	LONGITUD m	FORMA L+cm	LONGITUD TOTAL m	PESO kg/m	PESO kp
1	10	103	12.76	46 1230	1313.77	0.62	809.99
2	8	124	30.36	3036	3764.64	0.39	1485.60
3	16	153	12.74	45 1229	1949.53	1.58	3076.98
4	8	124	30.36	3036	3764.64	0.39	1485.60
5	20	3	30.36	3036	91.08	2.47	224.62
6	20	3	30.36	3036	91.08	2.47	224.62
7	10	103	1.95	44 44 15 281	201.06	0.62	123.96
8	16	153	2.81	281	429.93	1.58	678.57
9	12	20	30.36	3036	607.20	0.89	539.09
10	12	204	1.78	178	363.12	0.89	322.39
11	12	9	30.36	3036	273.24	0.89	242.59
12	10	103	1.22	30 92	125.35	0.62	77.28
13	16	153	1.51	30 121	231.64	1.58	365.61
14	16	152	2.46	30 216	374.53	1.58	591.13
				Ø8	7529.28	0.39	2971.20
				Ø10	1640.18	0.62	1011.23
				Ø12	1243.56	0.89	1104.07
				Ø16	2985.63	1.58	4712.29
				Ø20	182.16	2.47	449.24
B 500 S, Ys=1.15					Peso total		10248.03
					Peso total con mermas (10.00%)		11272.83

Detalle de las armaduras horizontales, en encuentro en esquina.

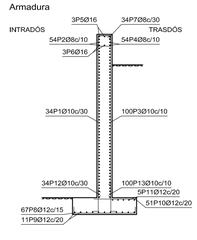


Arranque de muro en zapata corrida centrada.

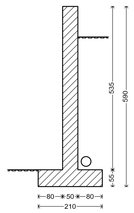


Muro Tipo M3

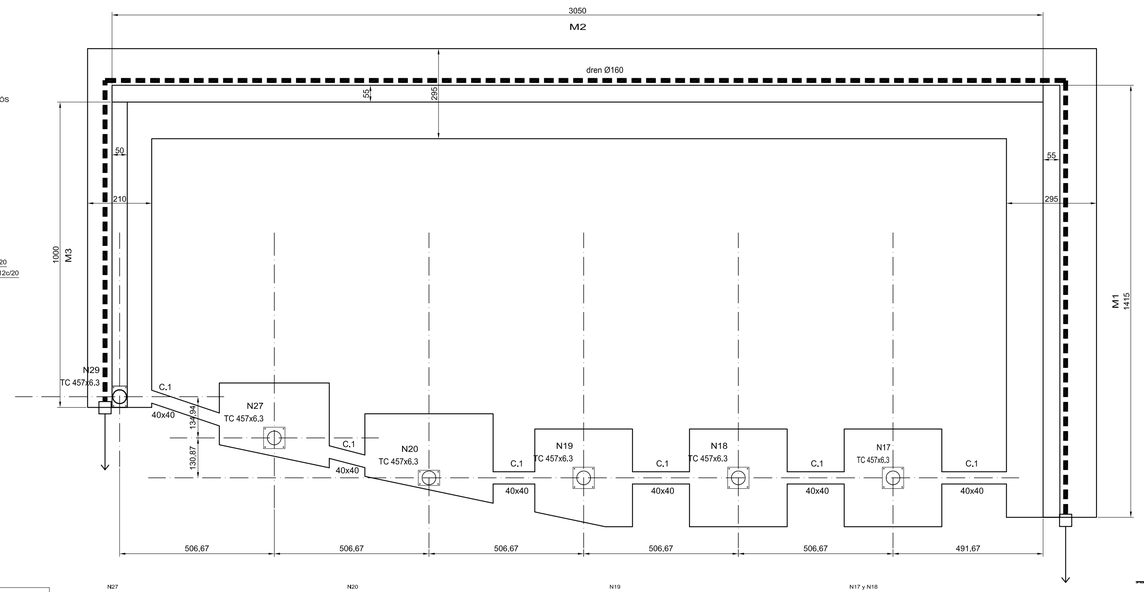
Armadura



Geometría

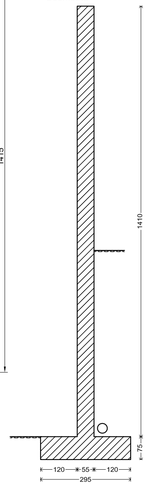


Armado Muro M3								
POSICIÓN	Ø mm	NÚM. PIEZAS	LONGITUD m	FORMA L+cm	LONGITUD TOTAL m	PESO kg/m	PESO kp
1	10	34	5.71	41 530	193.97	0.62	119.59
2	8	54	9.86	986	532.44	0.39	210.11
3	10	100	5.71	41 530	570.50	0.62	351.74
4	8	54	9.86	986	532.44	0.39	210.11
5	16	3	9.86	986	29.58	1.58	46.69
6	16	3	9.86	986	29.58	1.58	46.69
7	8	34	1.74	40 40 15	59.30	0.39	23.40
8	12	67	2.17	11 195 11	145.26	0.89	128.96
9	12	11	9.86	986	108.46	0.89	96.29
10	12	51	1.33	133	67.83	0.89	60.22
11	12	5	9.86	986	49.30	0.89	43.77
12	10	34	1.02	30 72	34.71	0.62	21.40
13	10	100	1.27	30 97	127.10	0.62	78.36
				Ø8	1124.18	0.39	443.62
				Ø10	926.28	0.62	571.09
				Ø12	370.85	0.89	329.24
				Ø16	59.16	1.58	93.38
B 500 S, Ys=1.15					Peso total		1437.33
					Peso total con mermas (10.00%)		1581.06

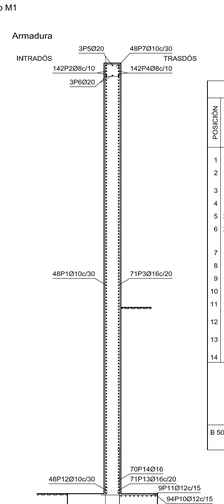


Muro Tipo M1

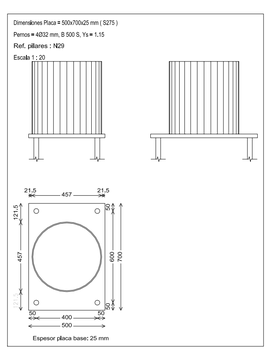
Geometría

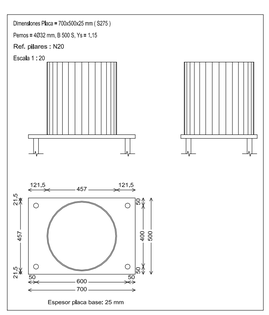


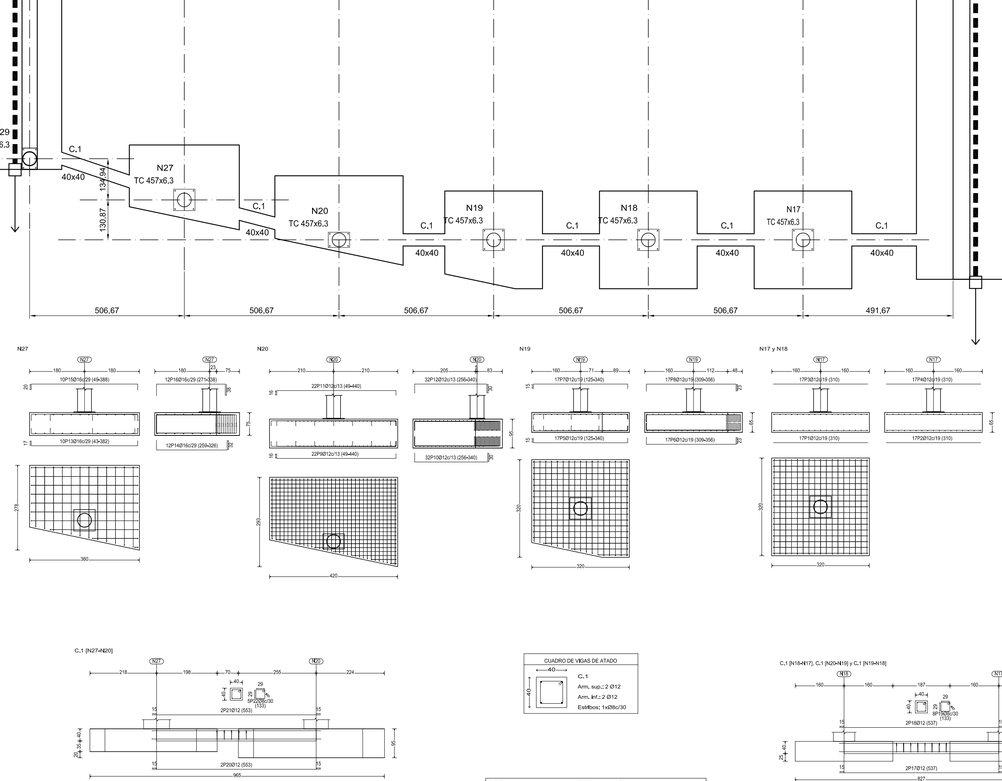
Armadura



Armado Muro M1								
POSICIÓN	Ø mm	NÚM. PIEZAS	LONGITUD m	FORMA L+cm	LONGITUD TOTAL m	PESO kg/m	PESO kp
1	10	48	14.51	46 1405	696.24	0.62	429.26
2	8	142	13.86	1386	1968.12	0.39	776.66
3	16	71	14.49	45 1404	1028.93	1.58	1623.98
4	8	142	13.86	1386	1968.12	0.39	776.66
5	20	3	13.86	1386	41.58	2.47	102.54
6	20	3	13.86	1386	41.58	2.47	102.54
7	10	48	1.95	44 44 15	93.70	0.62	57.77
8	12	140	2.81	281	393.40	0.89	349.27
9	12	20	13.86	1386	277.20	0.89	246.11
10	12	94	1.78	178	167.32	0.89	148.55
11	12	9	13.86	1386	124.74	0.89	110.75
12	10	48	1.22	30 92	58.61	0.62	36.13
13	16	71	1.52	30 122	107.78	1.58	170.11
14	16	70	2.47	30 217	172.76	1.58	272.67
				Ø8	3936.24	0.39	1553.32
				Ø10	848.55	0.62	523.16
				Ø12	962.66	0.89	854.68
				Ø16	1309.47	1.58	2066.76
				Ø20	83.16	2.47	205.08
B 500 S, Ys=1.15					Peso total		5203.00
					Peso total con mermas (10.00%)		5723.30



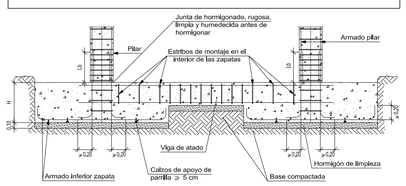




Cuadro de arranques		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N17, N18, N19 y N27	4Ø32 mm L=40 cm	700x700x25 (mm)
N20	4Ø32 mm L=40 cm	700x500x25 (mm)

Muros en mwnsula de hormigón
Norma: EHE-08 (España)
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15
Tipo de ambiente: Clase IIa
Recubrimiento en el intradós del muro: 3.0 cm
Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.0 cm
Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm
Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm
Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm
Tamaño máximo del árido: 20 mm

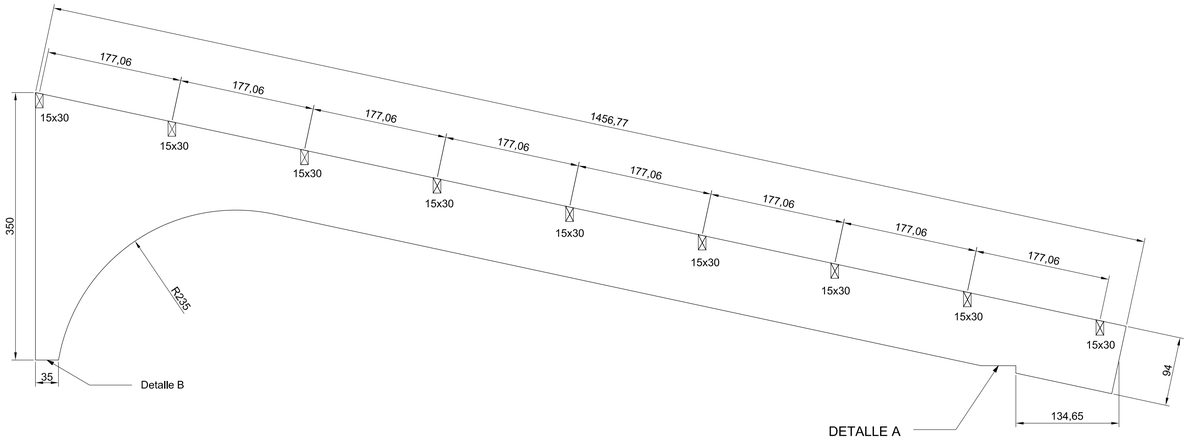
Viga de atado entre zapatas - C.1



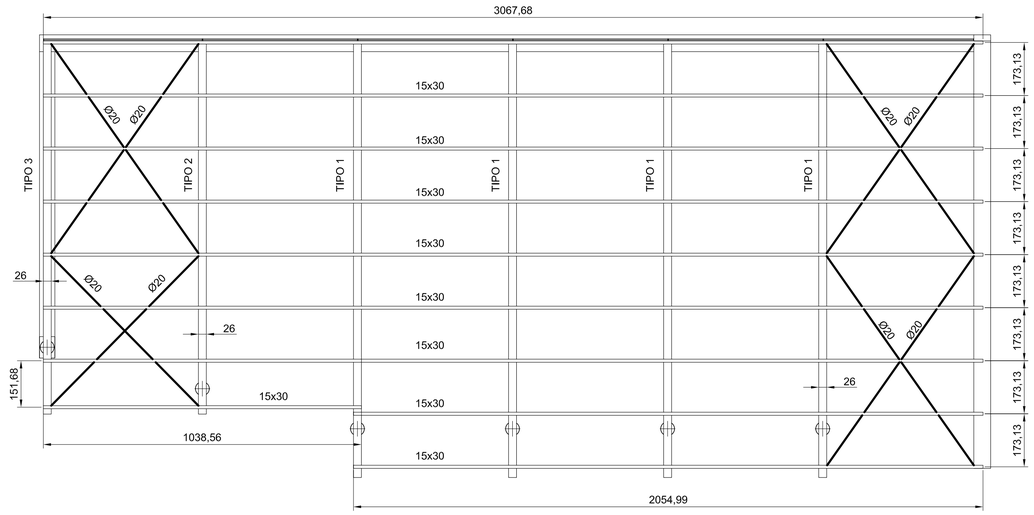
Cotas en cm

Universidad Pública de Navarra / Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: ESPACIO PÚBLICO CUBIERTO		REALIZADO: ASIN SANZ, ASIER FIRMA:
PLANO: DETALLE DE CIMENTACIÓN Y PLACAS DE ANCLAJE	FECHA: 13/02/15 / ESCALA: 1:100	Nº PLANO: 06

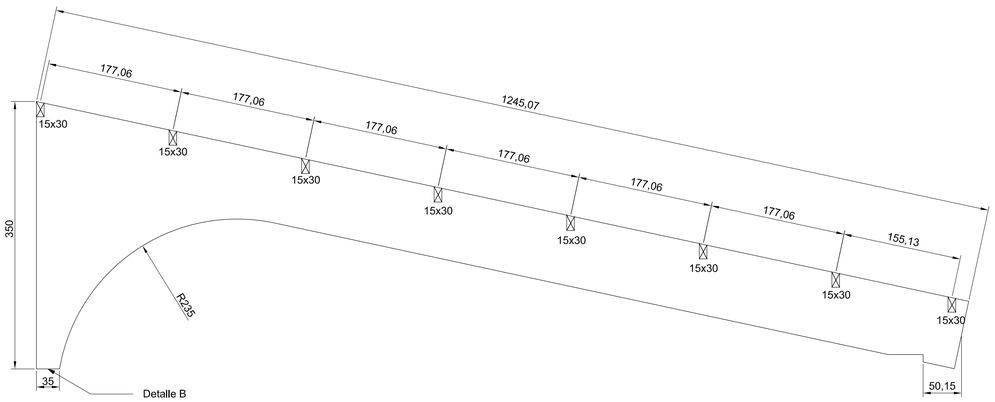
VIGA TIPO 1



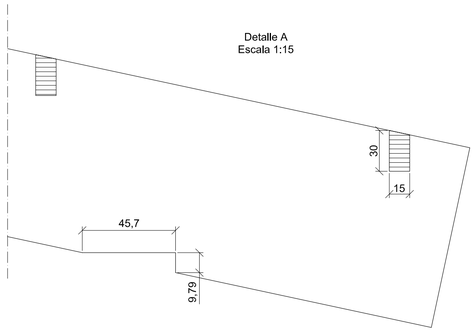
Escala 1:100



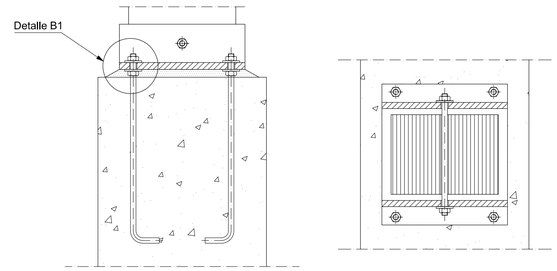
VIGA TIPO 2



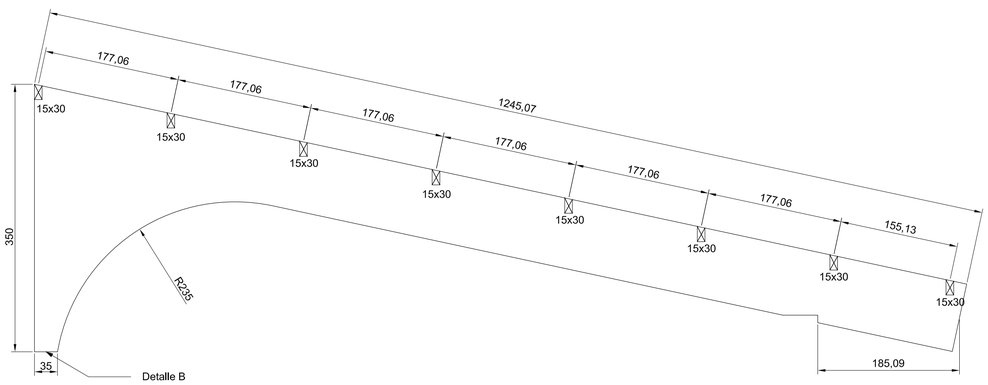
Detalle A
Escala 1:15



Detalle B
Apoyo articulado
Escala 1:10

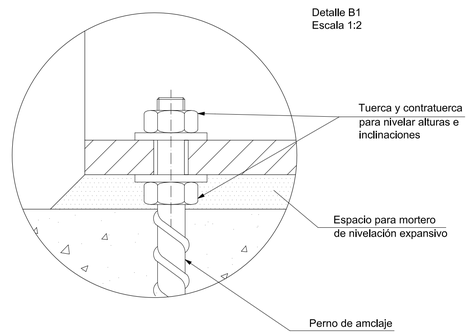


VIGA TIPO 3



MADERA LAMINADA ENCOLADA HOMOGENEA	
Clase resistente	GL24h
Valores caracteristelcos de resistencia (N/mm²)	
Flexión	24
Tracción paralela	16,5
Tracción perpendicular	0,4
Compresión paralela	24
Compresión perpendicular	2,7
Cortante	2,7
Valores caracteristelcos de rigidez (N/mm²)	
Módulo de elasticidad	
- Paralelo medio	11600
- Perpendicular medio	390
Módulo de cortente medio	720
Valores caracteristelcos de densidad (kg/m³)	
Densidad caracteristica	380

Detalle B1
Escala 1:2



Cotas en cm

Universidad Pública de Navarra / Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: ESPACIO PÚBLICO CUBIERTO		REALIZADO: ASIN SANZ, ASIER FIRMA:	
PLANO: PLANTA VIGAS Y CORREAS		FECHA: 13/02/15	ESCALA: 1:40 / Nº PLANO: 07

upna Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Pamplona a 13 de Febrero de 2015

Fdo. ASIER ASIN SANZ

Ingeniero Técnico Industrial Mecánico

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

ESPACIO PÚBLICO CUBIERTO

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES

Alumno: Asier Asin Sanz

Tutor: María Jesús Vilas Carballo

Pamplona, 13 de Febrero de 2015

ÍNDICE

1.- PLIEGO DE CLAUSULAS ADMINISTRATIVAS.

1.1.- DISPOSICIONES GENERALES

1.1.1.- NATURALEZA Y OBJETO DEL PLIEGO GENERAL

El Pliego General de Condiciones de esta obra estará integrado por dos documentos: el Pliego de Cláusulas Administrativas y el presente Pliego de Prescripciones Técnicas. El primero fundamentado en la ley 53/1999 de Contratos de las Administraciones Públicas, que será elaborado y aprobado por el promotor de la obra, y regulará las condiciones contractuales de la licitación, ejecución, recepción y abono de la obra.

El segundo forma parte del proyecto arquitectónico y tiene por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, al Ingeniero o Ingeniero Técnico, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra, todo ello con un carácter subsidiario respecto al citado Pliego de Cláusulas Administrativas.

1.1.2.- DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO DE OBRA

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1º. El Contrato de ejecución de la obra.
2º. El Pliego de Cláusulas Administrativas
3º. El presente Pliego de Prescripciones Técnicas.
4º. El resto de la documentación de Proyecto (presupuesto, planos, mediciones y Memoria).

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones. En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

1.2.- DISPOSICIONES FACULTATIVAS

1.2.1.- DELIMITACIÓN GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS

1.2.1.1. El ingeniero director

Corresponde al Ingeniero Director:

a. Comprobar la adecuación de la cimentación proyectada a las características reales del suelo.
b. Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
c. Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución arquitectónica.
d. Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
e. Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
f. Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir en unión del Ingeniero Técnico, el certificado final de la misma.

1.2.1.2.- El Ingeniero técnico

Corresponde al Ingeniero Técnico:

a. Redactar al documento de estudio y análisis del Proyecto con arreglo a lo previsto en el artículo 1º.4. del R.D. 314/1979, de 19 de enero.
b. Planificar, a la vista del proyecto arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
c. Redactar, cuando se requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de seguridad y salud para la aplicación del mismo.
d. Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Ingeniero y del Constructor.
e. Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad y salud en el trabajo, controlando su correcta ejecución.

f. Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
g. Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor, impartiéndole, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptará las medidas que corresponda dando cuenta al Ingeniero.
h. Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de obra.
i. Suscribir, en unión del Ingeniero, el certificado final de obra.

1.2.1.3.- El constructor

Corresponde al Constructor:

a. Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
b. Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
c. Suscribir con el Ingeniero y el Ingeniero Técnico, el acta de replanteo de la obra.
d. Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
e. Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazan, por iniciativa propia prescripción del Ingeniero técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
f. Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
g. Facilitar al Ingeniero técnico, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.

h. Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
i. Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.

1.2.2.- OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA.

1.2.2.1.- Verificación de los documentos del proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

1.2.2.2.- Plan de seguridad y salud

El Constructor, a la vista del Proyecto de Ejecución y del Estudio de Seguridad e Higiene, presentará el Plan de Seguridad e Higiene de la obra al Ingeniero Técnico responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad, quien lo informará y propondrá, si procede, su aprobación por el órgano competente.

1.2.2.3.- Oficina en la obra

El constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa.

- El Proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el ingeniero.
- Plan o calendario valorado de las Obras.
- La Licencia de Obras.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Plan de Seguridad e Higiene.
- El Libro de incidencias.
- La documentación de los seguros mencionados en el artículo 5º.

Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección Facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

1.2.2.4.- Representación del contratista

El constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe obra, con dedicación

plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata. Serán sus funciones las del Constructor según se especifica en el artículo 5º.

El Jefe de Obra será un técnico titulado con experiencia suficiente, y además estará asistido por otro técnico titulado que asumirá las funciones de Técnico de Seguridad y Salud Laboral que corresponden al Contratista.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de calificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al ingeniero para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

1.2.2.5.- Presencia del constructor en la obra

El Jefe de Obra, por sí o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo, y acompañará al ingeniero o al Ingeniero Técnico, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

1.2.2.6.- Trabajos no estipulados expresamente

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre, que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el ingeniero dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

En defecto de especificación en el Pliego de Condiciones particulares, se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, toda variación que suponga incremento de precios del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

1.2.2.7.- Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

El Constructor podrá requerir del Ingeniero o del Ingeniero técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba, tanto el Ingeniero Técnico como el Ingeniero.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

1.2.2.8.- Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del ingeniero, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico del Ingeniero o del Ingeniero Técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al ingeniero, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

1.2.2.9.- Recusación por el contratista del personal nombrado por el ingeniero

El Constructor no podrá recusar a los ingenieros, Aparejadores, o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones. Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos, procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

1.2.2.10.- Faltas del personal

El ingeniero, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

1.2.2.11.- Subcontratas

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Cláusulas Administrativas y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra, siempre con autorización de la Dirección Facultativa y en su caso de la propiedad.

1.2.3.- PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A LOS TRABAJOS, A LOS MATERIALES Y A LOS MEDIOS AUXILIARES

1.2.3.1.- Caminos y accesos

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

El Ingeniero Técnico podrá exigir su modificación o mejora.

1.2.3.2.- Replanteo

El Constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluido en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Aparejador o ingeniero Técnico y una vez éste haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el ingeniero, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

1.2.3.3.- Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos

El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Contrato de ejecución de la obra, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato. Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero y al Ingeniero técnico del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

1.2.3.4.- Orden de los trabajos

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

1.2.3.5.- Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos. En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

1.2.3.6.- Obras urgentes por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el ingeniero en tanto se formula o se tramitan los nuevos precios, o reformado del proyecto según el Pliego de Cláusulas Administrativas. El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

1.2.3.7.- Prorroga por causas de fuerza mayor

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, el Constructor expondrá, en escrito dirigido a ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita. La Dirección de Obra emitirá un informe técnico y dará traslado de ambos a la propiedad con objeto de que lo apruebe o deniegue en conformidad con el Pliego de Cláusulas Administrativas.

1.2.3.8.- Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado en el plazo previamente acordado.

1.2.3.9.- Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Todos los trabajos de ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas por la Propiedad y a las órdenes e instrucciones técnicas que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el Ingeniero o el Ingeniero Técnico al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 11.

1.2.3.10.- Obras ocultas

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, el Contratista levantará los planos precisos para que queden perfectamente definidos. Estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al Ingeniero; otro, al Aparejador; y, el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

1.2.3.11.- Trabajos defectuosos

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas ven la documentación del Proyecto, fundamentalmente en las especificaciones del Presupuesto y en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas. Realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dichos documentos.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Ingeniero técnico, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Técnico advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, yantes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción

ordenadas, se planteará la cuestión ante el Ingeniero de la obra, quien resolverá en función tanto de las prescripciones técnicas como de lo especificado en el Pliego de Cláusulas Administrativas.

1.2.3.12.- Vicios ocultos

Si el IngenieroTécnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Ingeniero. Los gastos que se ocasionen se án de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la Propiedad.

1.2.3.13.- Procedencia de los materiales y de los aparatos

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas las clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que en el Proyecto se especifique o defina una procedencia, marca o modelo determinado. En los casos en que ocurra, el Contratista valorará en su oferta el modelo o marca definido en el Proyecto. Una vez adjudicada la obra, si el Contratista considera que existe otro u otros materiales o equipos con similares características al ofertado, podrá proponerlos a la dirección Facultativa adjuntando muestras, documentación técnica, ensayos y referencias de obras realizadas. La dirección Facultativa estudiará las alternativas propuestas, y en base a criterios técnicos, arquitectónicos (diseño, forma textura,...), de mantenimiento,... decidirá si el material o equipo es ―similar‖ y por tanto sobre su utilización en la obra. Esta decisión será inapelable. Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Ingeniero Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que va a utilizar en la obra en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

1.2.3.14.- Presentación de muestras

A petición del Ingeniero, el Constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

1.2.3.15.- Materiales no utilizables

El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el presupuesto o en el pliego de condiciones vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero Técnico, pero acordando previamente con el Constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

1.2.3.16.- Materiales y aparatos defectuosos

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en el Proyecto o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando a falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Ingeniero dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los quince (15) días de recibir el Constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la Propiedad cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueren defectuosos, pero aceptables a juicio del Ingeniero, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquél determine y previa conformidad de la Propiedad, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

1.2.3.17.- Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata, exceptuando los de seguimiento y control de la obra que se valoran en el capítulo correspondiente del Presupuesto de la Obra.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

1.2.3.18.- Limpieza de las obras

Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

1.2.3.19.- Obras sin prescripción

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del Proyecto, el Constructor se atendrá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

1.2.3.20.- Desperfectos en propiedades colindantes

Si el contratista causase algún desperfecto en propiedades colindantes tendrá que restaurarlas por su cuenta dejándolas en el estado en que las encontró al comienzo de la obra. El contratista adoptará cuantas medidas encuentre necesarias para evitar la caída de operarios, desprendimiento de herramientas y materiales que puedan herir o matar a alguna persona.

1.2.4.- RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS AJENAS

1.2.4.1.- Recepción provisional

Una vez terminadas las obras y hallándose éstas aparentemente en las condiciones exigidas, se procederá a su recepción provisional dentro del mes siguiente a su finalización.

El acto de recepción concurrirán un representante autorizado por la propiedad contratante, el facultativo encargado de la dirección de la obra y el contratista, levantándose el acta correspondiente.

En caso de que las obras no se hallen en estado de ser recibidas se hará constar así en el acta y se darán las instrucciones precisas y detalladas por facultativo al contratista con el fin de remediar los defectos observados, fijándole plazo estipulado, a no ser que la propiedad crea procedente fijar un nuevo plazo prorrogable.

El plazo de la garantía comenzará a contarse de la fecha de la recepción provisional de la obra.

Al realizarse la recepción provisional de las obras deberá presentar el contratista las pertinentes autorizaciones de los Organismos oficiales de la Provincia para el uso y puesta en servicio de las instalaciones que así lo requieran. No se efectuará esa recepción provisional de las obras, ni como es lógico, la definitiva, si no se cumple este requisito.

1.2.4.2.- Recepción definitiva

Dentro del mes siguiente al cumplimiento del plazo de garantía, se procederá a la recepción definitiva de las obras.

Si las obras se encontrasen en las condiciones debidas, se recibirán con carácter definitivo, levantándose el acta correspondiente, quedando por dicho acto el contratista relevado de toda responsabilidad, salvo la que pudiera derivarse por vicios ocultos de la construcción, debido al incumplimiento doloso del contrato.

1.2.4.3.- Plazo de garantía

Sin perjuicio de las garantías que expresamente se detallan en el pliego de cláusulas administrativas, el contratista garantiza en general todas las obras que ejecute, así como los materiales empleados en ellas y su buena manipulación.

El plazo de garantía será de un año, y durante este periodo el contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por dicha causa se produzcan, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la propiedad con cargo a la fianza.

El contratista garantiza a la propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra. Una vez aprobada la recepción y liquidación definitiva de las obras, la propiedad tomará acuerdo respecto a la fianza depositada por el contratista.

Tras la recepción definitiva de la obra el contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo lo referente a los vicios ocultos de la construcción, debidos a incumplimiento doloso del contrato por parte del empresario, de los cuales responderá en el término de 15 años. Terminado este plazo quedará totalmente extinguida la responsabilidad.

1.2.4.4.- Pruebas para la recepción

Con carácter previo a la ejecución de las unidades de obra, los materiales habrán de ser reconocidos y aprobados por la Dirección Facultativa.

El contratista presentará oportunamente muestras de cada clase de material para su comprobación por la Dirección Facultativa, las cuales conservará para efectuar en su día comparación o cotejo con los que se empleen en obra.

Siempre que la Dirección Facultativa lo estime necesario, serán efectuadas por cuenta de la Contrata las pruebas y análisis que permitan apreciar las condiciones de los materiales a emplear.

1.3.- CONDICIONES ECONÓMICAS

1.3.1.- PRINCIPIO GENERAL

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

La Propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago, respetando en todo caso las especificaciones del Pliego de Cláusulas Administrativas que aportará la Propiedad y los artículos que le afectan de la ley 13/1995 y Real Decreto 390/96 de Contratos de las Administraciones Públicas.

1.3.2.- DE LOS PRECIOS

1.3.2.1.- Composición de los precios unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

a. La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
b. Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
c. Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
d. Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.

e. Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán gastos generales:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos. En el presente proyecto la Administración pública establece entre un 9 por 100.

Beneficio industrial:

El beneficio oficial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de costes directos e indirectos.

Precio de Ejecución material:

Se denominará Precio de Ejecución material el resultado obtenido por la suma de costes directos e indirectos.

Precio de Contrata:

El Precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El I.V.A. gira sobre esta suma pero no integra el precio.

1.3.2.2.- Precios contradictorios

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Ingeniero decida introducir unidades o cambios de calidad en algunas de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios. El Contratista, a solicitud de la Dirección Facultativa, presentará en un plazo de tres días su propuesta de precio para la nueva unidad de obra. Si el precio no fuese conforme, a juicio de la Dirección Facultativa, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Ingeniero y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo de tres días, tomando como referencia el concepto más análogo dentro del cuadro de precios del

proyecto, y si no se alcanza el acuerdo, se estará a lo dispuesto en el Art. 146 de la citada ley 13/1995 y la Disposición Transitoria 3ª del Real Decreto 396/1996.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

1.3.2.3.- Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

1.3.2.4.- Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas, se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego General de Condiciones Técnicas, y en segundo lugar, a los criterios de medición especificados en el Presupuesto y estado de Mediciones del Proyecto.

1.3.2.5.- Acopio de materiales

En el presente proyecto no se contempla el abono de la Propiedad de los acopios de materiales que haya realizado el contratista para construir la obra. Solamente en el caso excepcional de que la propiedad los autorice, la Dirección Facultativa establecerá las cautelas, criterios de valoración y avales que los garanticen.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el contratista.

1.3.3.- VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

1.3.3.1.- Forma de abono de las obras

El abono de los trabajos se efectuará por unidades o medidas a tipo fijo por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando el total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

1.3.3.2.- Relaciones valoradas y certificaciones

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en el Pliego de Cláusulas Administrativas que rija en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Aparejador. Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente Pliego de Condiciones respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc. Al Contratista, que podrá presencias las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Aparejador los datos correspondientes a la relación valorable, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas.

Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Ingeniero -Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si la hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Ingeniero -Director en la forma prevenida el Pliego de Cláusulas Administrativas. Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Ingeniero -Director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido. Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden. Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

En el caso de que el Ingeniero-Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

1.3.3.3.- Mejoras de obras libremente ejecutadas

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero-Director emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor

precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Ingeniero - Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

1.3.3.4.- Abono de trabajo presupuestados con partida alzada

Salvo el preceptuado en el "Pliego de Cláusulas Administrativas", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada o como "unidad de obra a justificar", se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación expresan:

a. Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, los trabajos presupuestados mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
b. Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
c. Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Ingeniero Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con los porcentaje que se fijen en el Pliego de Condiciones en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

1.3.3.5.- Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

1º. Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, y el Ingeniero Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y

abonados de acuerdo con lo establecido en el Pliego de Condiciones, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.

2º. Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.

3º. Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la constricción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

1.3.4.- VARIOS

1.3.4.1.- Seguro de las obras

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, par que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

1.3.4.2.-Seguro de responsabilidad civil

El Contratista deberá tener contratado un Seguro por Responsabilidad Civil de daños a terceros por causa de esta obra, sus instalaciones o maquinaria, cuyo importe mínimo por siniestro será de un millón doscientos mil euros (200 millones de pesetas).

La propuesta de póliza con los riesgos asegurados, la presentará el Contratista a la Propiedad para su conformidad previa a la contratación.

1.3.4.3.- Conservación de la obra

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Ingeniero -Director, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero -Director fije. Después de la recepción provisional el edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar. En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente Pliego de Condiciones.

1.3.4.4.- Uso por el contratista de edificio o bienes del propietario

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiese inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado. En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo cargo a la fianza.

1.3.4.5.- Pago de impuestos

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrados, etc.,, cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a

cargo de la contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario.

1.3.4.6.- Libro de Órdenes, Asistencia e Incidencias

Con objeto de que en todo momento se pueda tener un conocimiento exacto de la ejecución e incidencias de la obra, se llevará, mientras dure la misma, el Libro de Órdenes, Asistencia e Incidencias, en el que se reflejarán las visitas facultativas realizadas por la Dirección de la obra, incidencias surgidas y en general, todos aquellos datos que sirvan para determinar con exactitud si por la Contrata se han cumplido los plazos y fases de ejecución previstas para la realización del proyecto.

El Ingeniero de la obra, el aparejador y los demás facultativos colaboradores en la dirección de las obras, irán dejando constancia, mediante las oportunas referencias, de sus visitas e inspecciones y las incidencias que surjan en el transcurso de ellas y obliguen a cualquier modificación en el proyecto, así como de las órdenes que necesite dar al contratista respecto a la ejecución de las obras, las cuales serán de su obligado cumplimiento.

Las anotaciones en el Libro de Órdenes, Asistencias e Incidencias, harán fe a efectos de determinar las posibles causas de resolución e incidencias del contrato. Sin embargo, cuando el contratista no estuviese conforme, podrá alegar en su descargo todas aquellas razones que abonen su postura, aportando las pruebas que estime pertinentes.

Efectuar una orden a través del correspondiente asiento en este Libro, no será obstáculo para que cuando la Dirección Facultativa lo juzgue conveniente, se efectúe la misma también por oficio. Dicha orden se reflejará también en el Libro de Órdenes.

1.3.5.-Cargos al contratista

1.3.5.1.- Documentación técnica previa a la recepción provisional

El contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa entregará en el acto de la recepción provisional la siguiente documentación:

- Planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.
- Documentos de garantía de los equipos y materiales instalados.
- Relación de proveedores de equipos y materiales.
- Normas de mantenimiento de los equipos instalados.

- Actas de conformidad entre Ingenieros-Instaladores de las pruebas finales de las
- Instalaciones.
- Documentos de conformidad de la Empresa de Servicio y/o Suministro para la puesta en uso de las instalaciones.

1.3.5.2.- Autorizaciones y licencias

Son también de cuenta del contratista todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc. que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

1.3.5.3.- Normas de aplicación

Para todo aquello no detallado expresamente en los artículos anteriores, y en especial sobre las condiciones que deberán reunir los materiales que se empleen en obra, así como la ejecución de cada unidad de obra y las normas para su medición y valoración, regirá el Código Técnico de la Edificación, constituido por orden de preferencia:

- Normas Básicas de Edificación
- Instrucciones Técnicas de obligado cumplimiento.
- Órdenes y Reglamentos que los afectan.
- Normas UNE.
- Normas DIN.
- Normas Tecnológicas de Edificación.
- Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura de 1960.

2.- PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS

2.1.- CONDICIONES GENERALES

2.1.1.- CALIDAD DE LOS MATERIALES

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción, transpuesta por el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1329/1995, de 28 de julio, y disposiciones de desarrollo, u otras Directivas Europeas que les sean de aplicación.

2.1.2.- PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

2.1.3.- MATERIALES NO CONSIGNADOS EN PROYECTO

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

2.1.4.- CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN

Condiciones generales de ejecución. Todos los trabajos, incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, dé acuerdo con las condiciones establecidas en el artículo 7 del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación

2.2.- CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES

2.2.1.- MATERIALES PARA HORMIGONES Y MORTEROS

2.2.1.1.- Áridos

Generalidades: La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características que se exijan a éste en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, machacados u otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en un laboratorio oficial. En cualquier caso cumplirá las condiciones de la EHE. Cuando no se tengan antecedentes sobre la utilización de los áridos disponibles, o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas de las ya sancionadas por la práctica, se realizarán ensayos de identificación mediante análisis mineralógicos, petrográficos, físicos o químicos, según convengan a cada caso.

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables, es decir que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos. Esta comprobación se efectuará con arreglo al método de ensayo UNE 7243.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Se entiende por “arena” o “árido fino” el árido fracción del mismo que pasa por un tamiz de 5 mm de luz de malla (tamiz 5 UNE 7050); por “grava” o “árido grueso” el que resulta detenido por dicho tamiz; y por “árido total” (o simplemente “árido” cuando no hay lugar a confusiones), aquel que, de por sí o por mezcla, posee las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

Limitación de tamaño: Cumplirá las condiciones señaladas en la instrucción EHE.

2.2.1.2.- Agua para amasado

Habrá de cumplir las siguientes prescripciones:

- Acidez tal que el pH sea mayor de 5. (UNE 7234:71).
- Sustancias solubles, menos de quince gramos por litro (15 gr/l),según NORMA UNE 7130:58.

- Sulfatos expresados en S04, menos de un gramo por litro (1 gr/l) según ensayo de NORMA 7131:58.
- Ión cloro para hormigón con armaduras, menos de 6 gr/., según NORMA UNE 7178:60.
- Grasas o aceites de cualquier clase, menos de quince gramos por litro (15 gr/l). (UNE 7235).
- Carencia absoluta de azúcares o carbohidratos según ensayo de NORMA UNE 7132:58.
- Demás prescripciones de la EHE.

2.2.1.3.- Aditivos

Se definen como aditivos a emplear en hormigones y morteros aquellos productos sólidos o líquidos, excepto cemento, áridos o agua que mezclados durante el amasado modifican o mejoran las características del mortero u hormigón en especial en lo referente al fraguado, endurecimiento, plasticidad e incluso de aire. Se establecen los siguientes límites:

- Si se emplea cloruro cálcico como acelerador, su dosificación será igual o menor del dos por ciento (2%) en peso del cemento y si se trata de hormigonar con temperaturas muy bajas, del tres y medio por ciento (3.5%) del peso del cemento
- Si se usan aireantes para hormigones normales su proporción será tal que la disminución de residentes a compresión producida por la inclusión del aireante sea inferior al veinte por ciento (20%). En ningún caso la proporción de aireante será mayor del cuatro por ciento (4%) del peso en cemento.
- En caso de empleo de colorantes, la proporción será inferior al diez por ciento del peso del cemento. No se emplearán colorantes orgánicos.
- Cualquier otro que se derive de la aplicación de la EHE.

2.2.1.4.- Cemento

Se entiende como tal, un aglomerante hidráulico, que responda a alguna de las definiciones del pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos R.C. 03. B.O.E. 16.01.04.

Podrá almacenarse en sacos o a granel. En el primer caso, el almacén protegerá contra la intemperie y la humedad, tanto del suelo como de las paredes. Si se almacenara a granel, no podrán mezclarse en el mismo sitio cementos de distintas calidades y procedencias. Se exigirá al contratista la realización de ensayos que

demuestren de modo satisfactorio que los cementos cumplen las condiciones exigidas. Las partidas de cemento defectuoso serán retiradas de la obra en el plazo máximo de 8 días. Los métodos de ensayo serán los detallados en el citado "Pliego General de Condiciones para la Recepción de Conglomerantes Hidráulicos". Se realizarán en laboratorios homologados.

Se tendrá en cuenta prioritariamente las determinaciones de la Instrucción EHE.

2.2.2.- ACERO

2.2.2.1.- Acero de alta adherencia en redondos para armadura

Se aceptarán aceros de alta adherencia que lleven el sello de conformidad CIETSID homologado por el M.O.P.U.

Estos aceros vendrán marcados de fábrica con señales indelebles para evitar confusiones en su empleo. No presentarán ovalaciones, grietas, sopladuras, ni mermas de sección superiores al cinco por ciento (5%).

El módulo de elasticidad será igual o mayor a dos millones cien mil kilogramos por centímetro cuadrado (2.100.000 kg/cm^2). Entendiendo por límite elástico la mínima tensión capaz de producir una deformación permanente de dos décimas por ciento (0.2%).

Se tendrá en cuenta prioritariamente las determinaciones de la Instrucción EHE.

2.2.2.2.- Acero laminado

El acero empleado en los perfiles de acero laminado será de los tipos establecidos en la norma UNE EN 10025 (Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general), también se podrán utilizar los aceros establecidos por las normas UNE EN 10210-1:1994 relativa a perfiles huecos para la construcción, acabados en relativa a secciones huecas de acero estructural conformadas en frío.

En cualquier caso se tendrán en cuenta las especificaciones del artículo 4.2 del DB SE-A Seguridad Estructural Acero del CTE.

Los perfiles vendrán con su correspondiente identificación de fábrica, con señales indelebles para evitar confusiones. No presentarán grietas, ovalizaciones, sopladuras ni mermas de sección superiores al cinco por ciento (5%).

Estructuras de acero laminado: Condiciones previas

- Se dispondrá de zonas de acopio y manipulación adecuadas.

- Las piezas serán de las características descritas en el proyecto de ejecución.
- Se comprobará el trabajo de soldadura de las piezas compuestas realizadas en taller.
- Las piezas estarán protegidas contra la corrosión con pinturas adecuadas

Ejecución

- Limpieza de restos de hormigón, etc. de las superficies donde se procede al trazado de replanteos y soldadura de arranques.
- Trazado de ejes de replanteo.
- Se utilizarán calzos, apeos, pernos, sargentos y cualquier otro medio que asegure su estabilidad durante el montaje.
- Las piezas se cortarán con oxicorte o con sierra radial, permitiéndose el uso de cizallas para el corte de chapas.
- Los cortes no presentarán irregularidades ni rebabas.
- No se realizarán las uniones definitivas hasta haber comprobado la perfecta posición de las piezas.
- Los ejes de todas las piezas estarán en el mismo plano.
- Todas las piezas tendrán el mismo eje de gravedad.

2.2.3.- MADERA

2.2.3.1.- Madera laminada

Los elementos de madera laminada encolada constituyen piezas estructurales formadas por encolado de láminas de madera con dirección de la fibra sensiblemente paralela. La madera laminada podrá estar fabricada con todas las maderas citadas en la norma UNE EN 386:1995 “Madera laminada encolada. Requisitos de fabricación. Especificaciones y requisitos mínimos de fabricación”.

El contenido de humedad de cada lámina deberá estar comprendido entre el 8 y el 15%. La variación del contenido de humedad de las láminas de una misma pieza no excederá el 4%. La comprobación del contenido de humedad se hará mediante la norma EN 13183.

En cualquier caso se tendrán en cuenta las especificaciones del DB SE - M Seguridad Estructural Madera del CTE.

2.2.3.2.- Adhesivos

La documentación técnica del adhesivo debe incluir las prescripciones de uso e incompatibilidades. El encolado de piezas de madera de especies diferentes o de productos derivados de la madera variados (sobre todo si los coeficientes de contracción son diferentes) requiere un conocimiento específico sobre su viabilidad.

En el CTE DB SE M, tabla 4.1, se describen los adhesivos utilizados en madera para uso estructural y su adecuación a la clase de servicio. Los adhesivos utilizados en la fabricación de elementos estructurales de madera se ajustarán a las normas UNE EN 301:1994 y UNE EN 12436: 2002.

Los adhesivos que cumplan las especificaciones para el Tipo I, definidas en UNE EN 301:1994, pueden utilizarse en todas las clases de servicio, y los que cumplan las especificaciones para el Tipo II únicamente en la clase de servicio 1 ó 2 y nunca expuestos de forma prolongada a temperaturas superiores a los 50 °C. En el producto se indicará de forma visible que el adhesivo es apto para uso estructural, así como para qué clases de servicio es apto.

2.2.4.- MATERIALES AUXILIARES DE HORMIGONES

2.2.4.1.- Productos para curado de hormigones

Se definen como productos para curado de hormigones hidráulicos los que, aplicados en forma de pintura pulverizada, depositan una película impermeable sobre la superficie del hormigón para impedir la pérdida de agua por evaporización.

El color de la capa protectora resultante será claro, preferiblemente blanco, para evitar la absorción del calor solar. Esta capa deberá ser capaz de permanecer intacta durante siete días al menos después de una aplicación.

2.2.4.2.- Desencofrantes

Se definen como tales a los productos que, aplicados en forma de pintura a los encofrados, disminuyen la adherencia entre éstos y el hormigón, facilitando la labor de desmoldeo. El empleo de estos productos deberá ser expresamente autorizado sin cuyo requisito no se podrán utilizar.

2.2.5.- ENCOFRADOS

2.2.5.1.- Encofrados en muros

Podrán ser de madera o metálicos pero tendrán la suficiente rigidez, latiguillos y puntales para que la deformación máxima debida al empuje del hormigón fresco sea

inferior a un centímetro respecto a la superficie teórica de acabado. Para medir estas deformaciones se aplicará sobre la superficie desencofrada una regla metálica de 2 m. de longitud, recta si se trata de una superficie plana, o curva si ésta es reglada.

Los encofrados para hormigón visto necesariamente habrán de ser de madera.

2.2.6.- MATERIALES DE CUBIERTA

Para cubiertas galvanizadas, los elementos a emplear en obra serán a base de chapas finas o paneles formados por doble hoja de chapa con interposición de aislamiento, de acero galvanizado sobre faldones de cubierta, en los que la propia chapa proporcione la estanqueidad. Dichas chapas serán de espesor mínimo de 0.6 mm con un recubrimiento mínimo de galvanizado zz 275 según UNE 36.130.

Las chapas o paneles podrán llevar una protección adicional sobre el galvanizado a base de pinturas, plásticos u otros tratamientos homologados.

En zonas lluviosas de fuertes vientos o que se prevean grandes y periódicas acumulaciones de nieve se reforzará la estanqueidad de los solapes y juntas mediante sellado.

No se utilizará el acero galvanizado en aquellas cubiertas en las que puedan existir contactos con productos ácidos o alcalinos, o con metales (excepto aluminio) que puedan formar pares galvánicos que produzcan la corrosión del acero.

En tejados de aleaciones ligeras los elementos a emplear en obra, serán a base de chapas lisas o conformadas de aleaciones ligeras (aluminio-manganeso), sobre planos de cubierta con inclinación no menor de 5 grados ni mayor de 30 grados y de espesores mínimos de 0.5 mm o de 0.7 mm según sean lisas o conformadas. Aunque las aleaciones empleadas en este tipo de cubiertas no precisen una protección específica contra la corrosión, las chapas podrán llevar una protección anódica incolora o coloreada de espesor variable según la agresividad del ambiente.

En zonas lluviosa de fuertes vientos se reforzará la estanqueidad de los solapes mediante sellado.

2.2.7.- PINTURA PLÁSTICA

Está compuesta por un vehículo formado por barniz adquirido y los pigmentos están constituidos de bióxido de titanio y colores resistentes.

Todas las sustancias de uso general en la pintura deberán ser de excelente calidad. Los colores reunirán las condiciones siguientes:

- Facilidad de extenderse y cubrir perfectamente las superficies.
- Fijeza en su tinta.
- Facultad de incorporarse al aceite, color, etc.
- Ser inalterables a la acción de los aceites y de otros colores.
- Insolubilidad en el agua.

Los aceites y barnices reunirán a su vez las siguientes condiciones:

- Ser inalterables por la acción del aire.
- Conservar la fijeza de los colores.
- Transparencia y color perfectos.
- Los colores estarán bien molidos y serán mezclados con el aceite, bien purificados y sin posos. Su color será amarillo claro, no admitiéndose el que, al usarlo, deje manchas o ráfagas que indiquen la presencia de sustancias extrañas.

2.3.- PRESCRIPCIONES EN CUANTO A EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

2.3.1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS

2.3.1.1.- Explanación y préstamos

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar, evacuar, rellenar y nivelar el terreno así como las zonas de préstamos que puedan necesitarse y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavaciones ajustándose a las alienaciones pendientes, dimensiones y demás información contenida en los planos. La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, que no se hubiera extraído en el desbroce se aceptará para su utilización posterior en protección de superficies erosionables.

En cualquier caso, la tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación, excepción hecha de la tierra vegetal, se podrán utilizar en la formación de rellenos y demás usos fijados en este Pliego y se transportarán directamente a las zonas previstas dentro del solar o vertedero, si no tuvieran aplicación dentro de la obra.

En cualquier caso no se desechará ningún material excavado sin previa autorización. Durante las diversas etapas de la construcción de la explanación, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje.

El material excavado no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga de los rellenos contiguos.

Las operaciones de desbroce y limpieza se efectuarán con las precauciones necesarias, para evitar daño a las construcciones colindantes y existentes. Los árboles a derribar caerán hacia el centro de la zona objeto de la limpieza, acotándose las zonas de vegetación o arbolado destinadas a permanecer en su sitio.

Todos los tocones y raíces mayores de 10 cm. de diámetro serán eliminadas hasta una profundidad no inferior a 50 cm., por debajo de la rasante de excavación y no menor de 15 cm. por debajo de la superficie natural del terreno.

Todos los huecos causados por la extracción de tocones y raíces, se rellenarán con material análogo al existente, compactándose hasta que su superficie se ajuste al nivel pedido.

No existe obligación por parte del constructor de trocear la madera a longitudes inferiores a tres metros.

La ejecución de estos trabajos se realizará produciendo las menores molestias posibles a las zonas habitadas próximas al terreno desbrozado.

2.3.1.2.- Excavación en zanjas y pozos

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir emplazamiento adecuado para las obras de fábrica y estructuras y sus cimentaciones, comprender zanjas de drenaje u otras análogas. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, nivelación y evacuación del terreno y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

El contratista de las obras notificará con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, a fin de que se puedan efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni renovará sin autorización.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad en que aparezca el firme y obtenerse una superficie limpia y firme, a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, la Dirección Facultativa podrá modificar la profundidad, si la vista de las

condiciones del terreno lo estimara necesario a fin de conseguir una cimentación satisfactoria.

El replanteo se realizará de tal forma que existirán puntos fijos de referencia, tanto de cotas como de nivel, siempre fuera del área de excavación.

La Dirección Facultativa indicará siempre la profundidad de los fondos de la excavación de la zanja, aunque sea distinta a la del Proyecto, siendo su acabado limpio, a nivel o escalonado.

La Contrata deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes verticales de todas las excavaciones que realice, aplicando los medios de entibación, apuntalamiento, apeo y protección superficial del terreno que considere necesarios, a fin de impedir desprendimientos, derrumbamientos y deslizamientos que pudieran causar daño a personas o a las obras, aunque tales medios no estuvieran definidos en el Proyecto o no hubiesen sido ordenados por la Dirección Facultativa.

La Dirección Facultativa podrá ordenar en cualquier momento la colocación de entibaciones, apuntalamientos, apeos y protecciones superficiales del terreno. Se adoptarán por la Contrata todas las medidas necesarias para evitar la entrada del agua, manteniendo libre de la misma, la zona de excavación, colocándose ataguías, drenajes, protecciones, cunetas, canaletas y conductos de desagüe que sean necesarios.

Las aguas superficiales deberán ser desviadas por la Contrata y canalizadas antes de que alcancen los taludes, las paredes o el fondo de la excavación de la zanja. El fondo de la zanja deberá quedar libre de tierra, fragmentos de roca, roca alterada, capas de terreno inadecuado o cualquier elemento extraño que pudiera debilitar su resistencia. Se limpiarán las grietas y hendiduras, rellenándose con material compactado u hormigón.

La separación entre el tajo de la máquina y la entibación no será mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.

En el caso de terrenos meteorizables o erosionables por viento o lluvia, las zanjas nunca permanecerán abiertas más de 8 días, sin que sean protegidas o finalizados los trabajos.

Una vez alcanzada la cota inferior de la excavación de la zanja para cimentación, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras, para observar si se han producido desperfectos y tomar las medidas pertinentes.

Mientras no se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondos de la zanja, se conservarán las entibaciones, apuntalamientos y apeos que hayan sido necesarios, así como las vallas, cerramientos y demás medidas de protección.

Los productos resultantes de la excavación de las zanjas, que sean aprovechables para un relleno posterior, se podrán depositar en montones situados a un solo lado de la zanja y a una separación del borde de la misma de 0,60 m. como mínimo, dejando libres caminos, aceras, cunetas, acequias y demás pasos y servicios existentes.

La excavación en zanjas o pozos, se abonarán por metros cúbicos (m3) realmente excavados, medidos por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de iniciar los trabajos, y los datos finales, tomados inmediatamente después de finalizados los mismos.

2.3.1.3.- Preparación de cimentaciones

Consiste en la extensión o compactación de materiales terrosos, procedentes de excavaciones anteriores o préstamos para relleno de zanjas y pozos.

Los materiales de relleno se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente horizontales. El espesor de estas tongadas será el adecuado a los medios disponibles para que se obtenga en todo el mismo grado de compactación exigido.

La superficie de las tongadas será horizontal o convexa con pendiente transversal máxima del dos por ciento. Una vez extendida la tongada, se procederá a la humectación si es necesario.

El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados. En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas procediendo incluso a la desecación por oreo o por adición de mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas (cal viva, etc.). Conseguida la humectación más conveniente, posteriormente se procederá a la compactación mecánica de la tongada. Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su composición. Si ello no es factible el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que se concentren rodadas en superficie.

Si el relleno tuviera que realizarse sobre terreno natural, se realizará en primer lugar el desbroce y limpieza del terreno, se seguirá con la excavación y extracción de material inadecuado en la profundidad requerida por el Proyecto, escarificándose

posteriormente el terreno para conseguir la debida trabazón entre el relleno y el terreno.

Cuando el relleno se asiente sobre un terreno que tiene presencia de aguas superficiales o subterráneas, se desviarán las primeras y se captarán y conducirán las segundas, antes de comenzar la ejecución. Si los terrenos fueran inestables, apareciera turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

Una vez extendida la tongada se procederá a su humectación si es necesario, de forma que el humedecimiento sea uniforme.

El relleno del trasdós de los muros se realizará cuando éstos tengan la resistencia requerida y no antes de los 21 días si es de hormigón. Después de haber llovido no se extenderá una nueva tongada de relleno o terraplén hasta que la última se haya secado, o se escarificará añadiendo la siguiente tongada más seca, hasta conseguir que la humedad final sea la adecuada.

Si por razones de sequedad hubiera que humedecer una tongada se hará de forma uniforme, sin que existan encharcamientos.

Se pararán los trabajos de terraplenado cuando la temperatura descienda de 2º C.

Las distintas zonas de los rellenos se abonarán por metros cúbicos realmente ejecutados medidos por diferencia entre los datos iniciales tomados inmediatamente antes de iniciarse los trabajos y los datos finales, tomados inmediatamente después de compactar el terreno.

2.3.2.- HORMIGONES

2.3.2.1.- Dosificación de hormigones

Corresponde al contratista efectuar el estudio granulométrico de los áridos, dosificación de agua y consistencia del hormigón de acuerdo con los medios y puesta en obra que emplee en cada caso, y siempre cumpliendo lo prescrito en la EHE.

2.3.2.2.- Fabricación de hormigones

En la confección y puesta en obra de los hormigones se cumplirán las prescripciones generales de la Instrucción de hormigón estructural (EHE). Real Decreto 996/1999, de 11 de junio, del Ministerio de Fomento. Los áridos, el agua y el cemento deberán dosificarse automáticamente en peso. Las instalaciones de dosificación, lo mismo que todas las demás para la fabricación y puesta en obra del hormigón, habrán de someterse a lo indicado.

Las tolerancias admisibles en la dosificación serán del dos por ciento para el agua y el cemento, cinco por ciento para los distintos tamaños de áridos y dos por ciento para el árido total. En la consistencia del hormigón admitirá una tolerancia de veinte milímetros medida con el cono de Abrams.

La instalación de hormigonado será capaz de realizar una mezcla regular e íntima de los componentes proporcionando un hormigón de color y consistencia uniforme.

En la hormigonera deberá colocarse una placa, en la que se haga constar la capacidad y la velocidad en revoluciones por minuto recomendadas por el fabricante, las cuales nunca deberán sobrepasarse.

Antes de introducir el cemento y los áridos en el mezclador, éste se habrá cargado de una parte de la cantidad de agua requerida por la masa completándose la dosificación de este elemento en un periodo de tiempo que no deberá ser inferior a cinco segundos ni superior a la tercera parte del tiempo de mezclado, contados a partir del momento en que el cemento y los áridos se han introducido en el mezclador. Antes de volver a cargar de nuevo la hormigonera se vaciará totalmente su contenido.

No se permitirá volver a amasar en ningún caso hormigones que hayan fraguado parcialmente aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, áridos y agua.

2.3.2.3.- Mezcla en obra

La ejecución de la mezcla en obra se hará de la misma forma que la señalada para la mezcla en central.

2.3.2.4.- Transporte de hormigón

El transporte desde la hormigonera se realizará tan rápidamente como sea posible. En ningún caso se tolerará la colocación en obra de hormigones que acusen un principio de fraguado o presenten cualquier otra alteración.

Al cargar los elementos de transporte no debe formarse con las masas montones cónicos, que favorecerían la segregación.

Cuando la fabricación de la mezcla se haya realizado en una instalación central, su transporte a obra deberá realizarse empleando camiones provistos de agitadores.

2.3.2.5.- Puesta en obra del hormigón

Como norma general no deberá transcurrir más de una hora entre la fabricación del hormigón, su puesta en obra y su compactación. No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a un metro, quedando prohibido el arrojarlo con

palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillo o hacerlo avanzar más de medio metro de los encofrados.

Al verter el hormigón se removerá enérgica y eficazmente para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente los sitios en que se reúne gran cantidad de acero y procurando que se mantengan los recubrimientos y la separación entre las armaduras.

En losas, el extendido del hormigón se ejecutará de modo que el avance se realice en todo su espesor.

En vigas, el hormigonado se hará avanzando desde los extremos, llenándolas en toda su altura y procurando que el frente vaya recogido, para que no se produzcan segregaciones y la lechada escurra a lo largo del encofrado.

2.3.2.6.- Compactación del hormigón

La compactación de hormigones deberá realizarse por vibración. Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones. Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse longitudinalmente en la tongada subyacente y retirarse también longitudinalmente sin desplazarlos transversalmente mientras estén sumergidos en el hormigón. La aguja se introducirá y retirará lentamente y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los 10 cm/s, con cuidado de que la aguja no toque las armaduras. La distancia entre los puntos sucesivos de inmersión no será superior a 75 cm, y será la adecuada para producir en toda la superficie de la masa vibrada una humectación brillante, siendo preferible vibrar en pocos puntos prolongadamente. No se introducirá el vibrador a menos de 10 cm. de la pared del encofrado.

2.3.2.7.- Curado de hormigón

Durante el primer periodo de endurecimiento se someterá al hormigón a un proceso curado según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas del lugar.

En cualquier caso deberá mantenerse la humedad del hormigón y evitarse todas las causas tanto externas, como sobrecarga o vibraciones, que puedan provocar la fisuración del elemento hormigonado. Una vez humedecido el hormigón se mantendrán húmedas sus superficies, mediante arpilleras, esterillas de paja u otros tejidos análogos durante tres días si el conglomerante empleado fuese cemento Portland I-35, aumentándose este plazo en el caso de que el cemento utilizado fuese de endurecimiento más lento.

2.3.2.8.- Juntas en el hormigonado

Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción o dilatación, debiendo cumplir lo especificado en los planos.

Se cuidará que las juntas creadas por las interrupciones en el hormigonado queden normales a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión o donde sus efectos sean menos perjudiciales.

Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán juntas abiertas durante algún tiempo, para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. El ancho de tales juntas deberá ser el necesario para que, en su día, puedan hormigonarse correctamente.

Al reanudar los trabajos se limpiará la junta de toda suciedad, lechada o árido que haya quedado suelto y se humedecerá su superficie sin exceso de agua, aplicando en toda su superficie lechada de cemento antes de verter el nuevo hormigón. Se procurará alejar las juntas de hormigonado de las zonas en que la armadura esté sometida a fuertes tracciones.

2.3.2.9.- Limitaciones de ejecución

El hormigonado se suspenderá, como norma general, en caso de lluvias, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada de la lluvia a las masas de hormigón fresco o lavado de superficies. Si esto llegara a ocurrir, se habrá de picar la superficie lavada, regarla y continuar el hormigonado después de aplicar lechada de cemento.

Antes de hormigonar:

- Replanteo de ejes, cotas de acabado.
- Colocación de armaduras.
- Limpieza y humedecido de los encofrados.

Durante el hormigonado:

El vertido se realizará desde una altura máxima de 1 m., salvo que se utilicen métodos de bombeo a distancia que impidan la segregación de los componentes del hormigón. Se realizará por tongadas de 30 cm. Se vibrará sin que las armaduras ni los encofrados experimenten movimientos bruscos o sacudidas, cuidando de que no queden coqueras y se mantenga el recubrimiento adecuado.

Se suspenderá el hormigonado cuando la temperatura descienda de 0º C o lo vaya a hacer en las próximas 48 h. Se podrán utilizar medios especiales para esta circunstancia, pero bajo la autorización de la D.F.

No se dejarán juntas horizontales pero, si a pesar de todo se produjesen, se procederá a la limpieza, rascado o picado de superficies de contacto, vertiendo a continuación mortero rico en cemento y hormigonando seguidamente. Si hubiesen transcurrido más de 48 h. se tratará la junta con resinas epoxi.

No se mezclarán hormigones de distintos tipos de cemento.

Después del hormigonado:

El curado se realizará manteniendo húmedas las superficies de las piezas hasta que se alcance un 70% de su resistencia Se procederá al desencofrado en las superficies verticales pasadosm7 días y de las horizontales no antes de los 21 días. Todo ello siguiendo las indicaciones de la D.F.

El hormigón se medirá y abonará por metro cúbico realmente vertido en obra, midiendo entre caras interiores de encofrado de superficies vistas. En las obras de cimentación que no necesiten encofrado se medirá entre caras de terreno excavado. En el caso de que en el Cuadro de Precios la unidad de hormigón se exprese por metro cuadrado como es el caso de soleras, forjado, etc., se medirá de esta forma por metro cuadrado realmente ejecutado, incluyéndose en las mediciones todas las desigualdades y aumentos de espesor debidas a las diferencias de la capa inferior. Si en el Cuadro de Precios se indicara que está incluido el encofrado, acero, etc., siempre se considerará la misma medición del hormigón por metro cúbico o por metro cuadrado. En el precio van incluidos siempre los servicios y costos de curado de hormigón.

2.3.3.- MORTEROS

2.3.3.1.- Dosificación de morteros

Se fabricarán los tipos de morteros especificados en las unidades de obra, indicándose cuál ha de emplearse en cada caso para la ejecución de las distintas unidades de obra.

2.3.3.2.- Fabricación de morteros

Los morteros se fabricarán en seco, continuándose el batido después de verter el agua en la forma y cantidad fijada, hasta obtener una plasta homogénea de color y consistencia uniforme sin palomillas ni grumos.

El mortero suele ser una unidad auxiliar y, por tanto, su medición va incluida en las unidades a las que sirve: fábrica de ladrillos, enfoscados, pavimentos, etc. En algún caso excepcional se medirá y abonará por metro cúbico, obteniéndose su precio del Cuadro de Precios si lo hay u obteniendo un nuevo precio contradictorio.

2.3.4.- ENCOFRADOS

2.3.4.1.- Construcción y montaje

Tanto las uniones como las piezas que construyen los encofrados deberán poseer la resistencia y la rigidez necesaria para que con la marcha prevista de hormigonado y especialmente bajo los efectos dinámicos producidos por el sistema de compactación exigido o adoptado, no se originen esfuerzos anormales en el hormigón, ni durante su puesta en obra, ni durante su periodo de endurecimiento, así como tampoco movimientos locales en los encofrados superiores a los cinco milímetros.

Los enlaces de los distintos elementos o paños de los moldes serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje se verifique con facilidad mientras que los encofrados de los elementos rectos o planos de más de seis metros de luz libre se dispondrán con la contraflecha necesaria para que, una vez desencofrado y cargado el elemento, éste conserve una ligera cavidad en el intradós.

Los moldes ya usados, y que vayan a servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificados y limpiados.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado, a fin de evitar la absorción del agua contenida en el hormigón, y se limpiaran especialmente los fondos dejándose aperturas provisionales para facilitar esta labor.

Las juntas entre las distintas tablas deberán permitir el entumecimiento de las mismas por la humedad del riego y del hormigón, sin que, sin embargo, dejen escapar la pasta durante el hormigonado, para lo cual se podrá realizar un sellado adecuado.

2.3.4.2.- Desencofrado del hormigón

El desencofrado de costeros verticales de elementos de poco canto podrá efectuarse a un día de hormigonada la pieza, a menos que durante dicho intervalo se hayan producido bajas temperaturas u otras causas capaces de alterar el proceso normal de endurecimiento del hormigón. Los costeros verticales de elementos de gran canto no deberán retirarse antes de los dos días con las mismas salvedades apuntadas anteriormente a menos que se emplee curado a vapor.

El descimbrado podrá realizarse cuando, a la vista de las circunstancias de temperatura y del resultado de las pruebas de resistencia el elemento de construcción sustentado haya adquirido el doble de la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos que aparezcan al descimbrado. El descimbrado se hará de modo suave y uniforme, recomendándose el empleo de cunas, gatos, cajas de arena y otros dispositivos, cuando el elemento a descimbrar sea de cierta importancia.

2.3.4.3.- Medición y abono

Los encofrados se medirán siempre por m^2 de superficie en contacto con el hormigón, no siendo de abono las sobras o excesos de encofrado, así como los elementos auxiliares de sujeción o apeos necesarios para mantener el encofrado en una posición correcta y segura contra esfuerzos de viento, etc. En este precio se incluyen, además los desencofrantes y las operaciones de desencofrado y retirada del material. En el caso de que en el Cuadro de Precios esté incluido el encofrado en la unidad de hormigón, se entiende que tanto el encofrado como los elementos auxiliares y el desencofrado van incluidos en la medición del hormigón

2.3.5.- ARMADURAS Y ACERO

2.3.5.1.- Colocación, recubrimiento y empalme de armaduras

Todas estas operaciones se efectuarán de acuerdo con los artículos de la Instrucción de hormigón estructural (EHE). Real Decreto 996/1999, de 11 de junio, del Ministerio de Fomento.

2.3.5.2.- Soldadura

Siempre que sea físicamente posible, se empleará la soldadura de arco automático (unión Melt) reservándose la semiautomática y manual solamente para el resto de casos.

Todos los cordones se ejecutarán sin unión en sentido longitudinal si bien se podrán realizar de una o más pasadas si así fuese preciso.

Toda la soldadura manual deberá ejecutarse por soldadores homologados.

En la soldadura realizada con automática deberá cuidarse al máximo la preparación de bordes y regulación y puesta a punto de la máquina.

Los cordones a tope se realizarán en posición horizontal.

Los cordones en ángulo se realizarán en posición horizontal.

Para comienzo y fin del cordón deberán soldarse unos suplementos de modo que el proceso de soldadura comience antes y acabe después de unidas las partes útiles, evitándose de este modo la formación de cráteres iniciales y finales.

En todo caso, siguiendo la buena práctica de la soldadura y tratando de evitar concentraciones de esfuerzos y conseguir máxima penetración, los cordones de las soldaduras en ángulo serán cóncavos respecto al eje de intersección de las chapas a unir.

Como máximo podrá ser plana la superficie exterior de la soldadura. No se admitirán depósitos que produzcan mordeduras.

En la soldadura que se vaya a dar más de una pasada deberá eliminarse previamente toda la cascarilla depositada anteriormente; para ello se llegará a emplear la piedra esmeril, especialmente en la última pasada para una correcta presentación de la soldadura.

2.3.5.3.- Tornillería

Los tornillos a emplear cumplirán con las especificaciones de la CTE-DB-A y la espiga no roscada no será menor que el espesor de la unión más 1 mm, sin alcanzar la superficie exterior de la arandela.

En las uniones con tornillos ordinarios, los asientos de las cabezas y tuercas estarán perfectamente planos y limpios. En todo caso se emplearán arandelas bajo la tuerca.

Si los perfiles a unir son de cara inclinada, se emplearán arandelas de espesor variable, con la cara exterior normal al eje del tornillo.

Los tornillos de alta resistencia cumplirán las especificaciones de la CTE-DB-A.

Las superficies de las piezas de contacto deberán estar perfectamente limpias de suciedad, herrumbre, grasa o pintura.

Las tuercas se apretarán con el paso nominal correspondiente.

Deberá quedar por lo menos un filete fuera de la tuerca después de apretarla.

En las uniones con tornillos de alta resistencia, las superficies de las piezas a unir deberán estar perfectamente planas, y se efectuará un decapado con soplete o chorro de arena. Se colocará la arandela correspondiente bajo la cabeza y bajo la tuerca. El apriete se hará con llaves taradas de forma que se comience por los tornillos del centro de la unión y con un momento torsor del 80% del especificado en la Norma para completar el apriete en una segunda vuelta.

Los soldadores deben estar certificados por un organismo acreditado y cualificarse de acuerdo con la norma UNE-EN 287-1:1992, y si realizan tareas de coordinación del soldeo, tener experiencia previa en el tipo de operación que supervisa.

2.3.5.4.- Medición y abono

De las armaduras de acero empleadas en el hormigón armado, se abonarán los kg realmente empleados, deducidos de los planos de ejecución por medición de su longitud, añadiendo la longitud de los solapes de empalme medida en obra y aplicando los pesos unitarios correspondientes a los distintos diámetros empleados.

En ningún caso se abonará con solapes un peso mayor del 5% del peso del redondo resultante de la medición efectuada en el plano sin solapes. El precio comprenderá a la adquisición, los transportes de cualquier clase hasta el punto de empleo, el pesaje, la limpieza de armaduras si es necesario, el doblado de las mismas, el izado, sustentación y colocación en obra (incluido el alambre para ataduras y separadores), la pérdida por recortes y todas cuantas operaciones y medios auxiliares sean necesarios.

2.3.6.- MADERA LAMINADA

2.3.6.1.- Colocación y recubrimiento

Antes de su utilización en la construcción, la madera debe secarse, en la medida que sea posible, hasta alcanzar contenidos de humedad adecuados a la obra acabada (humedad de equilibrio higroscópico).

Si los efectos de las contracciones o mermas no se consideran importantes, o si han sido reemplazadas las partes dañadas de la estructura, pueden aceptarse contenidos más elevados de humedad durante el montaje siempre que se asegure que la madera podrá secarse al contenido de humedad deseado.

Proteger la cara superior de los elementos de madera que estén expuestos directamente a la intemperie y en los que pueda acumularse el agua. En el caso de utilizar una albardilla (normalmente de chapa metálica), esta albardilla debe permitir, además, la aireación de la madera que cubre. Evitar que las testas de los elementos estructurales de madera queden expuestas al agua de lluvia ocultándolas, cuando sea necesario, con una pieza de remate protector.

2.3.6.2.- Uniones

Las uniones exteriores expuestas al agua deben diseñarse de forma que se evite la retención del agua. En las estructuras que no estén en Clase de Servicio 1 ó 2,

además de la consideración del tratamiento de la madera y la protección de otros materiales, las uniones deben quedar ventiladas y con capacidad de evacuar el agua rápidamente y sin retenciones. Todos los elementos metálicos que se empleen tendrá la misma resistencia al fuego que la propia estructura construida en madera o producto derivado de este material.

Para las uniones con clavijas, se estará a lo dispuesto en el CTE DB SE M, apartado 8.3; uniones con clavos, apartado 8.3.2; En la tabla 8.2 se establece la separación y distancias mínimas; uniones con grapas, apartado 8.3.3, del DB SE-M. En la tabla 8.3, se establecen las separaciones y distancias mínimas en grapas; uniones con pernos, apartado 8.3.4 del DB SE-M. En la tabla 8.4, se establecen las separaciones y distancias mínimas; uniones con pasadores, apartado 8.3.5. En la tabla 8.5, se establecen las separaciones y distancias mínimas para pasadores; uniones con tirafondos, apartado 8.3.6. En la tabla 8.6, se establecen las separaciones y distancias mínimas al borde para tirafondos.

Para uniones con conectores se estará a lo dispuesto en el CTE DB SE M, apartado 8.4, estableciéndose en la tabla 8.8 las separaciones y distancias mínimas para conectores de anillo y de placa.

2.3.6.3.- Condiciones de terminación

Debe garantizarse la durabilidad de las estructuras de madera tanto del material como de las fijaciones metálicas empleadas en las uniones. Se deberán tomar medidas, por lo tanto, para garantizar la durabilidad de la estructura al menos durante el tiempo que se considere periodo de servicio y en condiciones de uso adecuado. Se tendrá en cuenta tanto el diseño de la propia estructura así como la posibilidad de añadir un tratamiento.

La madera ha de estar tratada contra la humedad, según la clase de riesgo.

La protección de la madera ante los agentes bióticos y abióticos será preventiva. Se preverá la posibilidad de que la madera no sufra ataques debidos a este origen en un nivel aceptable. Los productos a aplicar deberán estar indicados por los fabricantes, quienes en el envase y en la documentación técnica del dicho producto, indicarán las instrucciones de uso y mantenimiento.

Según el grado de exposición al aumento del grado de humedad de la madera durante el tiempo en el que estará en servicio, se establecen cuatro niveles de riesgo de los elementos estructurales, apartado 3.2.1.2.del CTE DB SE M.

2.3.7.- CUBIERTAS

Cubierta o techo exterior cuya pendiente está comprendida entre el 1% y el 15% que, según el uso, pueden ser transitables o no transitables; entre éstas, por sus características propias, cabe citar las azoteas ajardinadas.

Pueden disponer de protección mediante barandilla, balaustrada o antepecho de fábrica. Condiciones previas:

- Planos acotados de obra con definición de la solución constructiva adoptada.
- Ejecución del último forjado o soporte, bajantes, petos perimetrales.
- Limpieza de forjado para el replanteo de faldones y elementos singulares.
- Acopio de materiales y disponibilidad de equipo de trabajo.

Los materiales empleados en la composición de estas cubiertas, naturales o elaborados, abarcan una gama muy amplia debido a las diversas variantes que pueden adoptarse tanto para la formación de pendientes como para la ejecución de la membrana impermeabilizante, la aplicación de aislamiento, los solados o acabados superficiales, los elementos singulares, etc.

Siempre que se rompa la continuidad de la membrana de impermeabilización se dispondrán refuerzos. Si las juntas de dilatación no estuvieran definidas en proyecto se dispondrán éstas en consonancia con las estructurales, rompiendo la continuidad de éstas desde el último forjado hasta la superficie exterior.

Las limahoyas, canalones y cazoletas de recogida de agua pluvial tendrán la sección necesaria para evacuarla sobradamente, calculada en función de la superficie que recojan y la zona pluviométrica de enclave del edificio. Las bajantes de desagüe pluvial no distarán más de 20 metros entre sí.

Las láminas impermeabilizantes se colocarán empezando por el nivel más bajo, disponiéndose un solape mínimo de 8 cm. entre ellas. Dicho solape de lámina, en las limahoyas, será de 50 cm. y de 10 cm. en el encuentro con sumideros. En este caso, se reforzará la membrana impermeabilizante con otra lámina colocada bajo ella que debe llegar hasta la bajante y debe solapar 10 cm. sobre la parte superior del sumidero.

El control de ejecución se llevará a cabo mediante inspecciones periódicas en las que se comprobarán espesores de capas, disposiciones constructivas, colocación de juntas, dimensiones de los solapes, humedad del soporte, humedad del aislamiento, etc.

La medición y valoración se efectuará, generalmente, por m^2 de azotea, medida en su proyección horizontal, incluso entrega a paramentos y p.p. de remates, terminada y en condiciones de uso.

Se tendrán en cuenta, no obstante, los enunciados señalados para cada partida de la medición o presupuesto, en los que se definen los diversos factores que condicionan el precio descompuesto resultante.

2.3.8.- SOLADOS

El solado debe formar una superficie totalmente plana y horizontal con perfecta alineación de sus juntas en todas direcciones. Colocando una regla de 2 m. de longitud sobre el solado en cualquier dirección, no deberán aparecer huecos mayores a 5 mm.

Se impedirá el tránsito por los solados hasta transcurridos cuatro días como mínimo, y en caso de ser éste indispensable, se tomarán las medidas precisas para que no se perjudique al solado.

Los pavimentos se medirán y abonarán por metro cuadrado de superficie de solado realmente ejecutada.

Los rodapiés y los peldaños de escalera se medirán y abonarán por metro lineal. El precio comprende todos los materiales, mano de obra, operaciones y medios auxiliares necesarios para terminar completamente cada unidad de obra con arreglo a las prescripciones de este Pliego.

2.3.9.- INSTALACIONES AUXILIARES Y CONTROL DE OBRA

2.3.9.1.- Instalaciones auxiliares y precauciones a tomar durante la construcción

La ejecución de las obras figuradas en el presente Proyecto, requerirán las siguientes instalaciones auxiliares:

- Caseta de comedor y vestuario de personal, según dispone la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo, cuando las características e importancia de las obras así lo requieran.
- Redes y lonas en número suficiente de modo que garanticen la seguridad de los operarios y transeúntes.
- Maquinaria, andamios, herramientas y todo el material auxiliar para llevar a cabo los trabajos de este tipo.

Las precauciones a adoptar durante la construcción de la obra sean las previstas en la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo aprobada por O.M. de 9 de Marzo de 1971, así como el Real Decreto 1627/1997 del 24-Oct-97 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras en construcción. B.O.E. n° 256, 25-Oct-97.

2.3.9.2.- Control de la obra

Además de los controles establecidos en anteriores apartado y los que en cada momento dictamine la dirección facultativa de las obras, se realizarán todos los que prescribe la "Instrucción EHE" para el proyecto y ejecución de obras de hormigón. El control de la obra será de nivel normal.

Pamplona a 13 de Febrero de 2015

Fdo. ASIER ASIN SANZ

Ingeniero Técnico Industrial Mecánico

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

ESPACIO PÚBLICO CUBIERTO

DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO

Alumno: Asier Asin Sanz

Tutor: María Jesús Vilas Carballo

Pamplona, 13 de Febrero de 2015

ÍNDICE

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO									
01.01	**m2 RETIR.CAPA TERR.VEGETAL A MANO**								
	Retirada y apilado de capa de tierra vegetal superficial, por medios manuales, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.								
		1	32,00	12,50	0,30	120,00			
							120,00	5,89	706,80
01.02	**m3 EXC.VAC.ROCA DURA C/MART.ROMP**								
	Excavación a cielo abierto, en terrenos de roca dura, con martillo rompedor, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.								
		1	32,00	12,50	5,00	2.000,00			
							2.000,00	28,14	56.280,00
01.03	**m3 EXC.ZANJA ROCA DR C/MART.ROMP.**								
	Excavación en zanjas, en terrenos de roca dura, con martillo rompedor, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.								
	Muro 1	1	14,15	2,95	0,90	37,57			
	Muro 2	1	31,00	2,95	0,90	82,31			
	Muro 3	1	10,00	2,10	0,70	14,70			
	Viga atado 1	4	1,87	0,40	0,40	1,20			
	Viga atado 2	2	0,80	0,40	0,40	0,26			
							136,04	62,65	8.522,91
01.04	**m3 EXC.POZOS C/MART.ROMP.ROCA DR.**								
	Excavación en pozos en terrenos de roca dura, con martillo rompedor, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.								
	N17 y N18	2	3,20	3,20	0,80	16,38			
	N19	1	3,20	3,00	0,80	7,68			
	N20	1	4,20	2,50	1,10	11,55			
	N27	1	3,60	2,40	0,90	7,78			
							43,39	63,15	2.740,08
01.05	**m3 TRANSPORTE TIERRA VERT. <20km.**								
	Transporte de tierras al vertedero, a una distancia menor de 20 km., considerando ida y vuelta, con camión bañera basculante y canon de vertedero y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la carga.								
	Tierra	1	120,00			120,00			
	Roca	1	2.000,00			2.000,00			
	Zanjas	1	136,04			136,04			
	Pozos	1	43,39			43,39			
							2.299,43	12,13	27.892,09

TOTAL CAPÍTULO 01 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO 96.141,88

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 02 CIMENTACION Y SOLERA								
02.01	**m3 HORM.LIMPIEZA HM-20/P/20/I V.MAN**								
	Hormigón en masa HM-20 N/mm2, consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ,EHE-08 y CTE-SE-C.								
	Muro 1	1	14,15	2,95	0,15	6,26			
	Muro 2	1	31,00	2,95	0,15	13,72			
	Muro 3	1	10,00	2,10	0,15	3,15			
	N17 y N18	2	3,20	3,20	0,15	3,07			
	N19	1	3,20	3,00	0,15	1,44			
	N20	1	4,20	2,50	0,15	1,58			
	N27	1	3,60	2,40	0,15	1,30			
	Viga atado 1	4	1,87	0,40	0,10	0,30			
	Viga atado 2	2	0,80	0,40	0,10	0,06			
							30,88	89,58	2.766,23
02.02	**kg ACERO CORRUGADO B 500 S**								
	Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE-08 y CTE-SE-A.								
	N17 y N18	2	187,20			411,84	1.1		
	N19	1	198,60			218,46	1.1		
	N20	1	315,80			347,38	1.1		
	N27	1	215,90			237,49	1.1		
	Viga atado 1	4	23,20			102,08	1.1		
	Viga atado 2	2	22,20			48,84	1.1		
	Muro 1	1	854,68			940,15	1.1		
	Muro 2	1	1.792,64			1.971,90	1.1		
	Muro 3	1	329,24			362,16	1.1		
							4.640,30	1,21	5.614,76
02.03	**m3 HORM. HA-25/P/20/I V. MANUAL**								
	Hormigón en masa HA-25/P/20/I, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso encamillado de pilares y muros, vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ , EHE-08 y CTE-SE-C.								
	N17 y N18	2	3,20	3,20	0,65	13,31			
	N19	1	3,20	3,00	0,65	6,24			
	N20	1	4,20	2,50	0,95	9,98			
	N27	1	3,60	2,40	0,75	6,48			
	Viga atado 1	4	1,87	0,40	0,40	1,20			
	Viga atado 2	2	0,80	0,40	0,40	0,26			
	Muro 1	1	14,15	2,95	0,75	31,31			
	Muro 2	1	31,00	2,95	0,75	68,59			
	Muro 3	1	10,00	2,10	0,55	11,55			
							148,92	109,77	16.346,95
02.04	**m2 ENCACHADO PIEDRA 40/80 e=20cm**								
	Encachado de piedra caliza 40/80 de 20 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.								
	Solera frontón	1	30,00	11,80		354,00			
							354,00	8,56	3.030,24
02.05	**m2 SOL.ARM.HA-25, 15cm #15x15x6+ECH.15**								
	Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm2, Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado, i/encachado de piedra caliza 40/80 de 15 cm. de espesor, extendido y compactado con pisón. Según NTE-RSS y EHE-08.								
	Solera frontón	1	30,00	11,80		354,00			
							354,00	25,43	9.002,22
	TOTAL CAPÍTULO 02 CIMENTACION Y SOLERA.....								**36.760,40**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 03 ESTRUCTURAS METALICAS								
03.01	**kg ACERO S275 JR EN ESTRUCTURA SOLDADA**								
	Acero laminado S275JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV y CTE-DB-SE-A.								
	Pilar 1	4	12,39	89,20		3.470,29	0.785		
	Pilar 2	1	12,71	89,20		889,98	0.785		
	Pilar 3	1	8,04	89,20		562,98	0.785		
							4.923,25	1,98	9.748,04
03.02	**ud PLAC.ANCLAJE S275 70x70x2.5cm**								
	Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 70x70x2.5 cm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 32 mm. de diámetro y 45 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE y CTE-DB-SE-A.								
		4				4,00			
							4,00	53,52	214,08
03.03	**ud PLAC.ANCLAJE S275 70x50x2.5cm**								
	Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 70x50x2.5 cm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 32 mm. de diámetro y 45 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE y CTE-DB-SE-A.								
		2				2,00			
							2,00	53,52	107,04
03.04	**ud PLAC.ANCLAJE S275 40x40x2cm**								
	Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 40x40x2 cm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 12 mm. de diámetro y 45 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE y CTE-DB-SE-A.								
		6				6,00			
							6,00	26,76	160,56

TOTAL CAPÍTULO 03 ESTRUCTURAS METALICAS 10.229,72

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 04 ESTRUCTURAS MADERA								
E05ML040	**m. MADERA LAMINADA EN JÁCENAS <20m.**								
	Madera laminada de abeto sueco en jácenas de luz < 20 m., i/herrajes de acero, tornillería galvanizada en caliente, accesorios de ensamblaje y protección fungicida, instalada. Según CTE-SE-M.								
	Viga tipo 1	4	18,07			72,28			
	Viga tipo 2	2	15,95			31,90			
							104,18	275,32	28.682,84
E05MF040	**m. VIGUETA PINO PAÍS 15x30 cm.**								
	Vigueta de madera de pino del país de 15x30 cm., nivelada y repartida, i/colocación de elementos de atado. Según CTE-SE-M.								
	Vigueta larga	7	30,67			214,69			
	Vigueta mediana	2	20,55			41,10			
	Vigueta corta	1	10,38			10,38			
							266,17	24,48	6.515,84
	TOTAL CAPÍTULO 04 ESTRUCTURAS MADERA								**35.198,68**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 05 ESTRUCTURA HORMIGON								
05.01	**m3 H.ARM. HA-25/B/20/IIa 2 CARAS 0,55 V.MAN.**								
	Hormigón armado HA-25N/mm2, consistencia blanda, Tmáx. 20 mm. para ambiente normal, elaborado en central, en muro de 55 cm. de espesor, incluso armadura (80 kg/m3), encofrado y desencofrado con tablero aglomerado a dos caras, vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-CCM , EHE-08 y CTE-SE-C.								
	Muro 1	1				1,00			
	Muro 2	1				1,00			
							2,00	68.453,67	136.907,34
05.02	**m3 H.ARM. HA-25/B/20/IIa 2 CARAS 0,50 V.MAN.**								
	Hormigón armado HA-25N/mm2, consistencia plástica, Tmáx. 20 mm. para ambiente normal, elaborado en central, en muro de 40 cm. de espesor, incluso armadura (80 kg/m3), encofrado y desencofrado con tablero aglomerado a dos caras, vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según normas NTE-CCM , EHE-08 y CTE-SE-C.								
	Muro 3	1				1,00			
							1,00	5.976,63	5.976,63
05.03	**m3 HORMIGÓN HA-25/B/20/IIa V.MAN.**								
	Hormigón HA-25/B/20/IIa, elaborado en central en muros, incluso vertido manual, vibrado y colocado. Según normas NTE-CCM , EHE-08 y CTE-SE-C.								
	Gradas	1	15,00	1,00	0,75	11,25			
							11,25	101,19	1.138,39

TOTAL CAPÍTULO 05 ESTRUCTURA HORMIGON 144.022,36

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 06 CUBIERTA								
06.01	**m2 PANEL CUBIERTA E60 MM**								
	Panel sándwich metcopo de Mecteno imitación teja, en 60mm de espesor, núcleo de poliuretano expandido, con chapas de acero prelacadas 0,5/0,5. Incluso p.p de accesorios ACH, mano de obra y medios auxiliares. Totalmente instalado y terminado.								
	Cubieta larga	1	21,00	14,40		302,40			
	Cubieta corta	1	10,05	11,78		118,39			
							420,79	31,89	13.418,99
06.02	**m. REMATE CHAPA GALVANIZA.0,6 D=500**								
	Remate de chapa de acero de 0,6 mm. de espesor en perfil comercial galvanizado por ambas caras, de 500 mm. de desarrollo en cumbrera, lima o remate lateral, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, totalmente instalado, i/medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-9, 10 y 11. Medido en verdadera magnitud.								
	Cerramiento	1	31,05			31,05			
							31,05	17,18	533,44
	TOTAL CAPÍTULO 06 CUBIERTA.....								**13.952,43**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 07 SANEAMIENTO								
07.01	**m. TUBO DREN.PVC CORR.DOBLE SN4 D=160 mm**								
	Tubería de drenaje enterrada de PVC corrugado doble circular ranurado de diámetro nominal 160 mm. y rigidez esférica SN4 kN/m2 (con manguito incorporado). Colocada sobre cama de arena de río de 10 cm. de espesor, revestida con geotextil de 125 g/m2 y rellena con grava filtrante 25 cm. por encima del tubo con cierre de doble solapa del paquete filtrante (realizado con el propio geotextil). Con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación de la zanja ni el tapado posterior de la misma por encima de la grava, s/ CTE-HS-5.								
	Tramo 1	1	14,15			14,15			
	Tramo 2	1	31,05			31,05			
	Tramo 3	1	10,55			10,55			
							55,75	28,55	1.591,66
07.02	**m. CANALÓN AC.GALV.CUAD.DES. 200mm.**								
	Canalón visto de chapa de acero galvanizada de 0,6 mm. de espesor de MetaZinco, de sección cuadrada con un desarrollo de 200 mm., fijado al alero mediante soportes galvanizados colocados cada 50 cm., totalmente equipado, incluso con p.p. de piezas especiales y remates finales de chapa galvanizada, soldaduras y piezas de conexión a bajantes, completamente instalado.								
	Largo	1	21,00			21,00			
	Corto	1	10,05			10,05			
							31,05	26,41	820,03
07.03	**m. BAJANTE A.GALVANIZADO D90 mm.**								
	Bajante de chapa de acero galvanizado de MetaZinco, de 90 mm. de diámetro, instalada con p.p. de conexiones, codos, abrazaderas, etc.								
	Bajante 1	1	12,50			12,50			
	Bajante 2	1	12,90			12,90			
	Bajante 3	1	13,06			13,06			
							38,46	14,92	573,82
	TOTAL CAPÍTULO 07 SANEAMIENTO								**2.985,51**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 08 PAVIMENTACIÓN								
08.01	**m2 PAV. HORMIGON HA-25 CON ARMADURA**								
	Pavimento de hormigon armado HA-25/P/20/II, de 5 cm de espesor, con malla electrosoldada de 10x10x5, i/corte de juntas de dilatación/retracción y limpieza del hormigón con máquina de agua de alta presión.								
	Cancha	1	30,00	10,00		300,00			
	Contracancha	1	30,00	2,00		60,00			
							360,00	12,19	4.388,40
08.02	**m2 PAVIMENTO CONTINUO EPOXI ANTIDESLIZANTE**								
	Pavimento multicapa epoxi antideslizante, con un espesor de 2,0 mm., clase 2 de Rd (s/n UNE-ENV 12633:2003), consistente en formación de capa base epoxi sin disolventes coloreada (rendimiento 1,7 kg/m2.); espolvoreo en fresco de árido de cuarzo con una granulometría 0,3-0,8 mm. (rendimiento 3,0 kg/m2.); sellado con el revestimiento epoxi sin disolventes coloreado (rendimiento 0,6 kg/m2.), sobre superficies de hormigón o mortero, sin incluir la preparación del soporte. Colores estándar, s/NTE-RSC, medido en superficie realmente ejecutada.								
	Cancha	1	30,00	10,00		300,00			
							300,00	35,11	10.533,00
	TOTAL CAPÍTULO 08 PAVIMENTACIÓN.....								**14.921,40**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 09 CARPINTERÍA METÁLICA Y VIDRIOS								
09.01	**m2 VENTANA FIJA ACERO GALVAN.**								
	Ventana fija ejecutada con perfiles conformados en frío de acero galvanizado de 1 mm. de espesor, junquillos a presión de fleje de acero galvanizado de 0,5 mm. de espesor con cantoneras en encuentros, patillas para anclaje de 10 cm., i/corte, preparación y soldadura de perfiles en taller, ajuste y montaje en obra (sin incluir recibido de albañilería). Según NTE-FCA.								
		6	7,05		3,50	148,05			
							148,05	68,61	10.157,71
09.02	**m2 METACRILATO ACRIST.GRAB. 5mm.INC.**								
	Acristalamiento con plancha de polimetacrilato de metilo incoloro, grabado traslúcido tipo Carglas, de 5 mm. de espesor, fijación sobre carpintería con acuñado en galces y sellado en frío con cordón continuo de silicona, incluso cortes de plancha y colocación de junquillos (sin incluir éstos).								
		6	7,05		3,50	148,05			
							148,05	54,92	8.130,91
	TOTAL CAPÍTULO 09 CARPINTERÍA.....								**18.288,62**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 10 PINTURA								
10.01	**m2 BARNIZ IGNÍFUGO**								
	Barniz ignífugo al disolvente sobre metal, madera u obra; acabado satinado transparente, dos manos, incluso imprimación fijadora y limpieza.								
	Pilar 1	4	12,39	1,44		71,37			
	Pilar 2	1	12,71	1,44		18,30			
	Pilar 3	1	8,04	1,44		11,58			
	Viga 1	4	18,07	2,40		173,47			
	Viga 2	1	15,95	2,40		38,28			
	Viguetas	1	216,67	0,90		195,00			
							508,00	16,91	8.590,28
10.02	**m2 PINTURAS FRONTONES**								
	Pintura frontones, zona de frontis y rebote, con pintura a base de resinas sintéticas, dos manos i/imprimación fijadora y limpieza, (sin incluir andamios).								
	Frontis	1	10,00	9,45		94,50			
	Izquierda	1	30,00	10,00		300,00			
	Rebote	1	10,00	5,00		50,00			
	Marcas e=0.08	1	6,00	0,08		0,48			
	Marcas e=0.1	1	109,45	0,10		10,95			
	Marcas e=0.15	1	10,00	0,15		1,50			
	Numeración 1	2	1,60	0,30		0,96			
	Numeración 2	7	0,65	0,30		1,37			
							459,76	7,55	3.471,19

TOTAL CAPÍTULO 10 PINTURA 12.061,47

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 11 GESTIÓN DE RESIDUOS								
10.01	**ud GESTIÓN DE RESIDUOS DE OBRA**								
		1				1			
							1	769,13	769,13
	TOTAL CAPÍTULO 11 GESTIÓN DE RESIDUOS								**769,13**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 12 CONTROL DE CALIDAD								
10.01	**ud CONTROL DE CALIDAD DE OBRA**								
		1				1			
							1	730,67	730,67
	TOTAL CAPÍTULO 12 CONTROL DE CALIDAD								**730,67**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 13 SEGURIDAD Y SALUD								
10.01	**ud SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA**								
		1				1			
							1	6.845,21	6.845,21
	TOTAL CAPÍTULO 13 SEGURIDAD Y SALUD								**6.845,21**
	TOTAL								**392.907,48**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE

14 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

01	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	96.141,88
02	CIMENTACION Y SOLERA	36.760,40
03	ESTRUCTURAS METALICAS	10.229,72
04	ESTRUCTURAS MADERA	35.198,68
05	ESTRUCTURA HORMIGON	144.022,36
06	CUBIERTA	13.952,43
07	SANEAMIENTO	2.985,51
08	PAVIMENTACIÓN	14.921,40
09	CARPINTERÍA METÁLICA Y VIDRIOS	18.288,62
10	PINTURA	12.061,47
11	GESTIÓN DE RESIDUOS	769,13
12	CONTROL DE CALIDAD	730,67
13	SEGURIDAD Y SALUD	6.845,21
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	**392.907,48**
	13,00 % Gastos generales 51.077,97	
	6,00 % Beneficio industrial 23.574,45	
	SUMA DE G.G. y B.I.	74.652,42
	21,00 % I.V.A.	98.187,58
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	**565.747,48**
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	**565.747,48**

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de QUINIENTOS SESENTA Y CINCO MIL SETECIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y OCHO CENTIMOS

Pamplona a 13 de Febrero de 2015

Fdo. ASIER ASIN SANZ

Ingeniero Técnico Industrial Mecánico

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

ESPACIO PÚBLICO CUBIERTO

DOCUMENTO 6: BIBLIOGRAFÍA

Alumno: Asier Asin Sanz

Tutor: María Jesús Vilas Carballo

Pamplona, 13 de Febrero de 2015

CONTENIDO

1.- LIBROS

- TEORÍA DE ESTRUCTURAS Y CONSTRUCCIONES INDUSTRIALES. José Javier Lumbreras Azanza & Amaya Ruiz Irurita. 2009

- ELASTICIDAD Y RESISTENCIA DE MATERIALES. José Javier Lumbreras Azanza 2008

- EXPRESIÓN GRÁFICA Y DISEÑO ASISTIDO POR ORDENADOR. Pedro Luis Gonzaga Velez & Lázaro Gimena Ramos. 2006

- CYPE; Cálculo de estructuras metálicas con Nuevo Metal 3D. Antonio Manuel Reyes Rodriguez. 2010

2.- TEXTOS DE LA CARRERA

- TEORÍA DE ESTRUCTURAS Y CONSTRUCCIONES INDUSTRIALES. Profesor José Javier Lumbreras Azanza.

- CÁLCULO DE ESTRUCTURAS. Profesor Arturo Resano.

3.- NORMATIVA

- PLANEAMIENTO GENERAL VIGENTE DE VIDÁNGOZ
- NORMATIVA DE INSTALACIONES DEPORTIVAS DE PELOTA VASCA. Federación internacional de pelota vasca.
- NORMATIVA N.I.D.E.
- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN, CTE. Ministerio de Fomento.
- INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL, EHE. Ministerio de Fomento.

4.- INFORMÁTICA

- AUTOCAD 2007.

  Realización de la memoria gráfica del proyecto.

- CYPE 2013, Módulo Metal 3D.

  Realización de los cálculos de la estructura completa, placas de anclaje, zapatas de los pórticos y listado de planos y cálculos.

- CYPE 2013, Módulo Ménsulas de hormigón armado.

  Realización de los cálculos de los tres muros de contención de hormigón armado que componen las tres paredes del frontón.

- PRESTO 8.8.

  Realización del presupuesto de la obra.

- MICROSOFT WORD y EXCEL.

  Redacción de los diferentes documentos del proyecto.

- MICROSOFT POWERPOINT.

  Realización de la presentación del proyecto.

- SketchUp 2014.

  Realización de las imágenes en 3D del proyecto.

Pamplona a 13 de Febrero de 2015

Fdo. ASIER ASIN SANZ

Ingeniero Técnico Industrial Mecánico